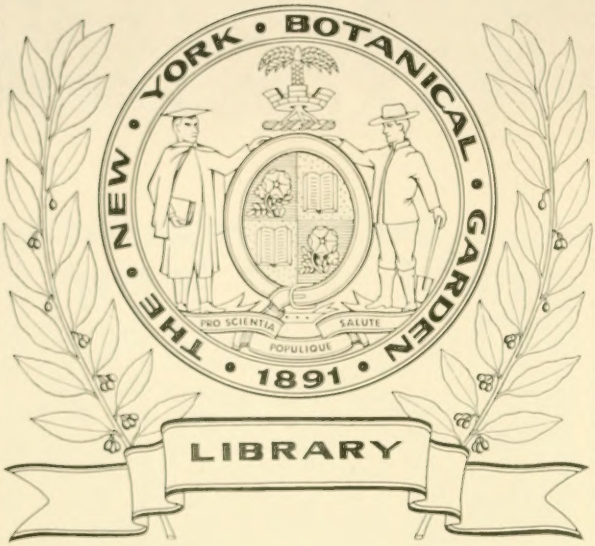
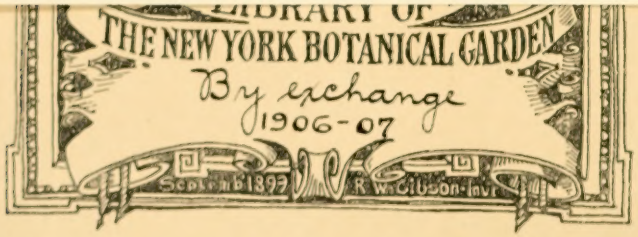
XA
.N593

v. 5
1906/07





ANNALI

DI

BOTANICA

PUBBLICATI

DAL

PROF. ROMUALDO PIROTTA

Direttore del R. Istituto e del R. Orto Botanico di Roma

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

VOLUME QUINTO

CON VI TAVOLE

E 5 INCISIONI NEL TESTO

ROMA

TIPOGRAFIA ENRICO VOGHERA

1907

INDICE PER AUTORI

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

BRUSCHI D. — *Ricerche sulla vitalità delle cellule amilifere degli endospermi delle Graminacee*, pag. 569.
CARANO E. — *Ricerche sulla Morfologia delle Pandanacee* (Tav. I-V), pag. 1
CASU A. — *Contribuzione allo studio della Flora delle saline* (con due figure nel testo), pag. 273.
CERMENATI M. — *Intorno al « Mappello » di Leonardo da Vinci*, pag. 607.
CHIOVENDA E. — *Di alcune Graminacee della Somalia*, pag. 59.
CORTESI F. — *Orchidacee nuove o critiche*, pag. 539.
— — *Studî critici sulle Orchidacee romane*, pag. 547 (con due figure nel testo) (Tav. VI).
DE TONI G. B. — *Spigolature Aldrovandiane*, pag. 421.
GOLA G. — *Studi sulla funzione respiratoria nelle piante acquatiche*, pag. 441.
LONGO B. — *Contribuzione alla Flora dei monti del Cilento (Salernitano)*, pag. 653.
MAMELI E. — *Di alcune specie e varietà del genere* Fumaria *nuove per la Flora sarda*, pag. 77.
PANTANELLI E. — Ricerche di morfologia e fisiologia eseguite nel R. Istituto Botanico di Roma. — XII. *Meccanismo di secrezione degli enzimi*, pag. 229.
— — Ricerche di morfologia e fisiologia eseguite nel R. Istituto Botanico di Roma. — XIII. *Meccanismo di secrezione degli enzimi* (con una figura nel testo), pag. 355.
PEROTTI R. — *Influenza di alcune azioni oligodinamiche su lo sviluppo e su l'attività del* Bac. radicicola, pag. 87.
SCOTTI L. — *Contribuzioni alla Biologia fiorale delle « Personatae »*, pag. 101.
SOAVE M. — *L'inosite delle piante*, pag. 47.
— — *I glucosidi cianogenetici delle piante e la utilizzazione dell'azoto delle riserve*, pag. 69
Riviste, pag. 93, 417, 657.
Notizie ed Appunti, pag. 99, 421.

Il fascicolo 1°, pag. 1-100 fu pubblicato il 15 novembre 1906
» 2°, » 101-424 » » 12 gennaio 1907
» 3°, » 421-668* » » 20 aprile »

* Numerazione errata di 4 numeri in meno per errore tipografico, dovendo essere pag. 425-672.

Vol. V. (pubblicato il 15 novembre 1906) Fasc. 1°

ANNALI DI BOTANICA

PUBBLICATI

DAL

Prof. ROMUALDO PIROTTA

[illegible]

Prezzo del presente fascicolo: L. 5,50.

INDICE

Cerano E. — *Ricerche sulla Morfologia delle Pandanacee* (Tav. I-V), pag. 1.

Soave M. — *L'[illegible]*, pag. 47.

Chiovenda E. — *Di alcune Gramineae della Somalia*, pag. 50.

Soave M. — *I [illegible] dell'azoto delle [illegible]*, pag. [illegible].

Mameli E. — *Di alcune specie e varietà del genere* Fumaria *nuove per la Flora [illegible]*, pag. [illegible].

Perotti R. — *Influenza di alcune [illegible] oligodinamiche su lo sviluppo e su l'attività del [illegible]*, pag. [illegible].

Riviste, pag. [illegible].

Notizie ed Appunti, pag. [illegible].

ROMA

TIPOGRAFIA [illegible]

[illegible]

Gli **Annali di Botanica** si pubblicano a fascicoli, in tempi non determinati e con numero di fogli e tavole non determinati. Il prezzo sarà indicato numero per numero. Agli autori saranno dati gratuitamente 25 esemplari di estratti. Si potrà tuttavia chiederne un numero maggiore, pagando le semplici spese di carta, tiratura, legatura, ecc.

Gli autori sono **responsabili** della forma e del contenuto dei loro lavori.

N.B. — Per qualunque notizia, informazione, schiarimento, rivolgersi al prof. R. Pirotta, R. Istituto Botanico, Panisperna, 89 B. — ROMA.

Ricerche sulla Morfologia delle *Pandanacee*

del dott. Enrico Carano

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

(Tavola I-V).

Occupandomi da parecchio tempo dello studio delle Monocotiledoni, sopratutto dal punto di vista dell'accrescimento in spessore del loro caule, la mia attenzione è stata attirata dalle *Pandanacee* sulle quali, or sono pochi anni, ci è stata consegnata la monografia del Warburg (1). L'autore fa precedere alla parte sistematica dei brevi cenni sulla struttura esterna ed interna di queste piante, rilevando la scarsezza delle nostre conoscenze sull'anatomia del caule. Quindi, mentre si accontenta per gli altri organi di riferire senza alcun controllo quanto è stato detto dai suoi predecessori, sente per il caule la necessità di ampliare le sue osservazioni. Ed anzi dedica un paragrafo speciale alle formazioni secondarie, che egli riesce a scorgere, benchè poco abbondanti e con caratteri alquanto differenti da quelli con cui esse si presentano nelle *Dracaena* e piante affini.

Ora è noto che il Mohl e quanti altri, fatta eccezione dello Schacht, si sono accinti allo studio del caule delle *Pandanacee*, coll'intento di spiegare il notevole aumento in spessore, che esso raggiunge, abbiano perfettamente esclusa l'idea di un accrescimento secondario.

Proponendomi dunque di risolvere la questione in favore del Warburg o degli altri, m'ero prefisso, all'inizio di questo studio, di limitarmi al solo caule. Senonchè, studiando il percorso e la struttura dei fasci nel fusto e quindi nelle foglie, mi colpì per i fasci di queste ultime l'estrema riduzione ammessa dal Warburg della porzione cribrosa, di cui io, al contrario, avevo constatato non solo la

(1) Warburg, O. — *Pandanaceae*. Das Pflanzenreich herausgeg. von A. Engler IV. 9, 1900.

MAY 13 1907

presenza ma anche il notevole sviluppo. Allargai quindi il campo delle mie osservazioni, anche perchè dalle ricerche bibliografiche, mi risultò che, quantunque qua e là fossero sparse delle brevi notizie sulle *Pandanacee*, rimaneva ancora come fonte più copiosa il breve capitolo che ad esse dedicò il Van Tieghem fin dal 1866 nel suo pregiato lavoro sulle *Aroidee* (1).

Anche il Mangin nella sua memoria intorno all'origine ed inserzione delle radici avventizie nelle Monocotiledoni, precisamente nel capitolo V, che egli dedica alle Monocotiledoni, arborescenti destituite di accrescimento in spessore per opera di un meristema secondario, accenna, insieme colle *Palme*, anche alle *Pandanacee*, però soltanto sotto il punto di vista dell'argomento che lo interessa (2).

Allo scopo quindi di chiarire molti punti male interpretati ed altri rimasti controversi, ma sopratutto di allargare le scarse conoscenze su questa famiglia, che, come avrò agio di mostrare nel corso del lavoro, presenta moltissimo interesse per l'istologia ed anatomia vegetale, ho creduto più conveniente occuparmi di tutte le parti vegetative ed anche degli assi delle infiorescenze, che nella loro struttura differiscono notevolmente dalla porzione vegetativa del caule.

Il materiale utile per queste ricerche, tutto allo stato fresco, l'ho in gran parte attinto all'Orto botanico di Roma, in parte mi è pervenuto da Firenze; per cui sento il dovere di ringraziare il professor Pirotta ed il prof. Baccarini, che tanto gentilmente me lo hanno favorito (3).

(1) Van Tieghem, Ph. — *Recerches sur les Aroidées* — Annales des Sciences Naturelles. Bot. 5e Série, T. VI, 1866.

(2) Mangin, L. — *Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones* — Annales des Sciences Naturelles. Bot. 6e Série, T. XIV, 1882.

(3) Riporto qui l'elenco delle specie prese in esame, col nome con cui vengono coltivate nell'Orto Botanico di Roma e di Firenze. Le specie provenienti da Firenze sono distinte con l'asterisco.

Pandanus	*amaryllidifolius.*	*Pandanus*	*Pancheri.*
»	*Baptisti.*	»	*pedunculatus.*
»	*caricosus.*	»	*reflexus.*
»	*cuspidatus* *.	»	*Sanderi.*
»	*furcatus.*	»	*humilis* *.
»	*graminifolius.*	»	*tenuifolius* *.
»	*inermis.*	»	*utilis.*
»	*javanicus.*	»	*Vandermeeschii.*
»	*javanicus (fol. varieg.)* *.	»	*Van Geerti* *.
»	*odoratissimus.*	»	*Veitchii.*

Caule.

Il caule più voluminoso da me sezionato apparteneva ad un ramo, che tolsi ad un vecchio e grosso esemplare di *Pandanus Veitchii*. Esso misurava nel punto di massimo spessore un diametro di 3 ½ cm., e, oltre ad una ricca rosetta di foglie possedeva numerose radici avventizie, nessuna delle quali però aveva ancora raggiunto il terreno, ed un gran numero di giovani germogli.

Ho esaminato anche i cauli di *Pandanus graminifolius*, *javanicus*, *humilis*, tutti però dalle dimensioni alquanto inferiori a quelle del *P. Veitchii*.

L'apice vegetativo nel *Pandanus* al mio esame risulta a forma di calotta e non notevolmente appiattito, come ha riscontrato il Warburg (1); nè trovasi, come in moltissime altre Monocotiledoni, sia arborescenti che erbacee, allo stesso livello delle foglie più adulte, che lo rivestono, o addirittura in una depressione dell'estremità del caule, bensì occupa sempre un livello superiore a tutte le altre parti, che da esso provengono (fig. 1, tav. I).

All'ascella di ciascuna bozza fogliare nasce una gemma, sicchè in origine si hanno tante gemme quanto è il numero delle foglie: ciò scorgesi benissimo operando delle sezioni trasversali in serie nella regione dell'apice (fig. 2 G', G'', G''').

Ulteriormente però il loro sviluppo è molto irregolare: di esse infatti alcune, senza ordine determinato e ad una distanza molto variabile dall'apice del ramo principale che le ha prodotte, riprendono la loro attività e svolgonsi in nuovi rami, i quali raggiungono spesso delle dimensioni ragguardevoli. Tale è ad es. il caso del ramo che asportai al grosso esemplare di *P. Veitchii* e che a sua volta portava numerosi e giovani germogli.

Il gran numero delle altre gemme invece non si sviluppano e o muoiono o, ciò che è più probabile, rimangono per molto tempo allo stato di vita latente. La qual cosa è confermata anche da quanto mi riferiva il capo giardiniere addetto alle serre del nostro Orto Botanico per il *P. furcatus*. Egli trovò questa specie nelle serre quando fu assunto in servizio: ora solo pochi anni fa sull'unico e grosso caule, di cui essa era fornita, vide svilupparsi alla distanza di più di un metro dall'apice un getto proveniente senza dubbio da una delle gemme prodotte chi sa quanti prima nella regione apicale.

(1) Warburg. — *L. c.*, pag. 7.

Delle 15 specie, che noi possediamo, molte delle quali rappresentate da numerosi esemplari ottenuti per buture da piante più adulte, ben 10 producono rami per lo svolgimento successivo delle gemme ascellari, rimanendo per altro vivo e vegeto l'apice del ramo principale.

Per le 5 altre specie (*P. reflexus*, *odoratissimus*, *Pancheri*, *pedunculatus* e *Vandermeeschii*), quantunque di nessuna abbia sezionato l'apice caulinare, non devesi minimamente dubitare che non si sviluppino gemme all'ascella delle foglie. La ragione per cui esse in queste specie non si svolgono ulteriormente noi l'ignoriamo, come ignoriamo pure perchè, solo dopo molti anni, il nostro esemplare di *P. furcatus* abbia sentito il bisogno di svolgere quasi alla base del suo caule un nuovo ramo per il ridestarsi di una gemma dormiente.

Hanno fiorito da 16 anni in qua, ed anche parecchie volte, due sole specie e cioè il *Pandanus Pancheri* (che come abbiamo notato, è una delle specie che non hanno mai sviluppato rami sui loro lati) ed il *P. graminifolius*.

In seguito alla fioritura, secondo le osservazioni dello Schumann (1), del Warburg (2) e dello Schoute (3), esaurendosi l'apice del ramo principale nella produzione dell' infiorescenza, viene sostituito da uno, da due, raramente da tre delle più giovani gemme ad esso vicine e così si origina rispettivamente un simpodio, una cima bipara o tripara (4).

Ma prima della fioritura, almeno come posso dedurre dall'osservazione delle piante delle nostre serre, la ramificazione si effettua secondo il tipo del monopodio a grappolo. Quel che mi produce meraviglia è che lo Schoute (5) e gli altri autori ritengano questo tipo di ramificazione molto raro. Il Warburg ad es. ammette come principale stimolo per lo svolgimento delle gemme la cessazione dell'accrescimento del ramo principale in seguito allo sviluppo dell' infiorescenza o in seguito a danneggiamento di esso (6). Ora delle

(1) Schumann. — *Die Verzweigung der Pandanaceen* — Engler's Bot. Jahrbücher, Bd. XXIII, 1897.

(2) Warburg. — *L. c.*, pag. 4.

(3) Schoute. — *Die Verästelung von Pandanus* — Extr. des Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, 2e série, vol. 5°, pag. 53-87, 1905.

(4) A rigore di termini non si potrebbe parlare di cima, essendovi nelle *Pandanacee* disposizione isolata per le foglie. Essendo però i piani d'inserzione di esse, per la brevità degl'internodii, molto ravvicinati, i rami, che si sviluppano dalle gemme ascellari, vengono a trovarsi allo stesso livello.

(5) Schoute. — *L. c.*, pag. 56.

(6) Warburg. — *L. c.*, pag. 4.

dieci specie da noi ramificate secondo il tipo del monopodio a grappolo, fatta eccezione del *P. graminifolius*, nessuna ha fiorito, nè ha perduto per una causa accidentale qualsiasi l'apice del suo caule principale. Nel *Pandanus caricosus*, *javanicus* e *graminifolius* ho potuto perfino notare lo sviluppo abbastanza inoltrato di nuovi getti all'ascella di foglie ancora vegete del ramo principale, che continuava regolarmente a crescere pel suo apice.

Se dunque in natura l'ulteriore svolgersi delle gemme laterali per dar nuovi rami, indipendentemente dalla sorte dell'apice del ramo principale, è un fenomeno piuttosto raro, non si capisce perchè invece sia frequente nelle piante allevate in serra, almeno che non si ammetta che, perdendo queste piante la facoltà di moltiplicarsi sessualmente (1), non assicurino la loro esistenza moltiplicandosi vegetativamente. I giovani rami infatti, e sulla pianta madre, e staccati, mettono facilmente radici e facilmente possono allevarsi come piante indipendenti.

Le gemme, come ho detto, compaiono molto presto all'ascella delle giovani foglie, benchè poscia non crescano colla stessa intensità di queste, ma molto più lentamente. Nella fig. 3 (tav. I) ho riportato ciò che scorgesi in una delle sezioni in serie ottenute a breve distanza dall'apice nel *P. Veitchii*, cioè due gemme all'ascella di due foglie sovrapposte nella stessa spirale. Esse mostrano benissimo di non trovarsi sullo stesso raggio condotto dal centro alla periferia della sezione. Ciò a me sembra possa costituire un'ottima conferma a quanto asserisce lo Schumann (2), contro il parere dello Schwendener, vale a dire che la lieve deviazione dalla divergenza $^1/_3$ nella disposizione delle foglie abbia origine già nella gemma del ramo principale e non con l'aprirsi di essa, in seguito a lievi spostamenti che subiscono le foglie stesse.

Prima di tralasciare lo studio della regione apicale, è d'uopo accennare ad un'altra particolarità degna d'interesse e cioè che alla distanza di pochi millimetri dall'apice, in un tratto in cui già è designato il limite fra le due regioni, cilindro corticale e centrale, benchè in esse i tessuti non si sieno completamente differenziati, prendono origine le caratteristiche radici aeree, che nel Pandanus,

(1) Il Solms (Engler und Prantl: *Die Natürlichen Pflanzenfamilien.* II Teil, 1 Abteilung, pag. 190) attribuisce la scarsezza delle nostre conoscenze sul genere *Pandanus* colle sue numerose specie in primo luogo alla difficoltà che si incontra nel procurarsi i due individui, staminifero e carpellifero, poscia al fatto che « *queste piante anche nella loro patria spesso non giungono a fiorire che solo raramente* ».

(2) Schumann. — *L. c.*, pag. 563.

come è noto, hanno il doppio ufficio di sostegno e di prensione degli alimenti. Ciò ho osservato in uno dei getti più adulti, che si erano sviluppati sul grosso ramo di *P. Veitchii* messo a mia disposizione.

Non ho potuto constatare se si originino delle radici anche in porzioni già adulte del caule, a grande distanza dall'apice. Io però sono propenso ad ammettere che esse si formino esclusivamente in regioni molto giovani del caule, che crescano per un certo tempo, che poi in stadii differenti, ma sempre prima di rompere la corteccia del caule per venir fuori, arrestino il loro sviluppo ed, allo stesso modo che le gemme, possano attraversare un periodo talora lunghissimo di riposo. Nonpertanto anche in questo stadio la loro esistenza è resa manifesta in molte specie per la formazione alla superficie del caule di bitorzoli o gobbe, prodotte dalla pressione che esse esercitano contro i tessuti periferici del caule stesso. Allorchè la pianta ne sente il bisogno, alcune di queste radici riprendono il loro accrescimento, manifestando già nei tessuti del caule un marcatissimo geotropismo positivo, come ha anche osservato il Mangin (1), quindi rompono la superficie del caule, vengono fuori e senza punto ramificarsi prima d'aver raggiuntto il terreno, salvochè per una qualsiasi ragione venga danneggiato il loro apice, crescono in robuste e diritte colonne, spesso di considerevoli dimensioni.

Osserviamo ora il caule in un tratto molto adulto: gl'internodii si presentano generalmente molto brevi e quindi le foglie assai avvicinate; nondimeno in alcune specie (*P. furcatus*, *Veitchii ecc.*) essi sono abbastanza manifesti. Se noi esaminiamo delle sezioni praticate appunto negli internodii, notiamo al di sotto dell'epidermide, che persiste ancora, uno strato di sughero più o meno sviluppato. Esso ripete la sua prima origine o dall'unica serie di cellule che costituiscono l'ipoderma, oppure dalle cellule immediatamente sottostanti all'ipoderma (fig. 4, tav. I *pr*). Nel primo caso l'attività delle cellule fellogeniche si esaurisce molto presto perfino talora dopo avere staccato un unico segmento ed allora la produzione del sughero viene continuata dalle cellule sottostanti. Nel secondo caso le cellule ipodermiche, pur non dividendosi, suberificano le pareti, ciò che scorgesi chiaramente colorando con Sudan III. Cosicchè il secondo caso, benchè più generale, può considerarsi come un limite estremo del primo, in esso infatti le cellule dell'ipoderma, pur perdendo la capacità di dividersi, non perdono quella di suberificarsi.

(1) Mangin. — *L. c.*, pag. 346.

Anche quando sono le cellule sottostanti all' ipoderma le prime a dare origine al sughero, dopo un certo numero di divisioni, che varia per ciascuna cellula, si esauriscono ed allora subentrano nel loro ufficio le cellule più interne contigue, alle quali tocca più o meno presto la stessa sorte. Ciò si ripete costantemente per tutta la durata della produzione di sughero.

Il sughero dunque nei *Pandanus* non è il prodotto di un'unica serie di iniziali, nè, a rigore di termini, di parecchie serie di iniziali, bensì il prodotto di tante cellule fellogeniche, non riunite a formare un vero meristema. Allorchè, infatti, cessa l'attività di un gruppo di cellule situate al medesimo livello per cedere il posto alle cellule immediatamente sottostanti, altre cellule, messe pure al livello delle precedenti, possono continuare per parecchio altro tempo a staccare nuovi segmenti di sughero.

Questo caso rientra nella categoria degli *Etagenkorke*, stabilita dallo Schoute (1).

La formazione del sughero nel caule s' inizia relativamente presto. Le tracce fogliari (2) vengono dalle cellule del sughero interamente circondate e schiacciate, (fig. 5, tav. I *tr*) dimodochè rimane impedito qualsiasi accesso di succhi alle foglie, in corrispondenza della base delle quali le cellule, ricche di citoplasma, subiscono un processo di disfacimento. Dunque nessuna formazione speciale di sughero alla base della foglia, che serva a determinarne la caduta, la quale, invece, è procurata dall'alterazione delle cellule suaccennate (fig. 5 *st*). Il resto delle cellule, che trovansi fra il punto di distacco della foglia e la zona di sughero, o non si dividono affatto o si dividono pochissime volte ed in tutti i modi suberificano debolmente le loro pareti, solo dopo la caduta della foglia (fig. 5 *pc*).

Niente di particolare caratterizza il cilindro corticale. Vi si riscontrano sempre degli idioblasti a rafidi, che talvolta raggiungono grandi dimensioni. Alcune specie posseggono anche dei gruppi di fibre accompagnati da file di cellule cristallifere tanto diffuse nelle *Pandanacee*, specialmente nel caule e nelle foglie. Ogni cellula di queste file, contenente un elegante e grosso cristallo, inspessisce le

(1) Schoute, J. C. — *Ueber Zellteilungsvorgänge im Cambium* — Verhandelingen der Konink. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Tweede Sectie, Deel IX, 1902.

(2) Col nome di *traccia fogliare* indico in tutto il corso del lavoro non il complesso dei fasci, bensì i singoli fasci che dalla base della foglia penetrano nel caule.

sue pareti ad U, dimodochè rimane sottile un solo lato (fig. 5 *cr* e fig. 27, tav. IV *cr*). Delle specie da me studiate erano fornite di fibre nella corteccia il *P. graminifolius* e *humilis*: ne erano prive il *P. Veitchii* e *javanicus*. In sezione longitudinale ho constatato che queste fibre sono corte, fornite di numerose punteggiature ed a lume ineguale per la pressione che su di esse esercitano le cellule a cristalli (fig. 5 *fr*).

Esistono inoltre nella corteccia costantemente delle lacune lisigeniche molto ampie sopratutto in corrispondenza dei tratti più adulti del caule. Il Van Thieghem, che ha osservato questi spazii nel *P. javanicus*, li chiama *lacune gommose* (1). Io non vi ho mai constatata presenza di gomma.

A limitare verso l'interno il cilindro corticale talvolta v'è una endodermide molto irregolare, le cui pareti, benchè poco ispessite, sono evidentemente cutinizzate (*P. javanicus* e *graminifolius*). Talvolta, invece, come nel *P. Veitchii* e *humilis*, l'endodermide manca ed allora il limite fra cilindro corticale e centrale è segnato esclusivamente dal complesso dei fasci più esterni, trapassando il tessuto fondamentale della corteccia in quello del cilindro centrale senza la più piccola differenza, ammenochè il parenchima frapposto ai fasci più esterni non s'ispessisca e si legnifichi, come ha osservato il Mangin per il *P. odoratissimus* (2), ed allora la differenza fra le due regioni spicca più netta.

Molto interessante nel caule delle *Pandanacee* è il cilindro centrale per il caratteristico modo di presentarsi di un gran numero dei suoi fasci, osservati, come a me risulta, e descritti per la prima volta dal Van Thieghem (3); poscia dal Thiselton Dyer (4), il quale senza dubbio ignorava il lavoro del suo predecessore, non avendolo affatto citato nella sua memoria; quindi brevemente dallo Strasburger (5) ed infine brevissimamente anche dal Warburg (6). Ciò che mi produce meraviglia è che il Mangin non li ricordi affatto, quantunque descriva con qualche particolarità il cilindro centrale di *P. odoratissimus* e ne riporti parecchie figure. Egli non accenna che ai soli fasci con aspetto normale, i quali sono limitati quasi esclusiva-

(1) Van Tieghem. — *L. c.*, pag. 195.
(2) Mangin. — *L. c.*, pag. 344.
(3) Van Tieghem. — *L. c.*, pag. 196.
(4) Thiselton Dyer. W. T. — *On the structure of the Stem of the Screw-Pine.* Quarterly Journal of microscop. Science. New Series, vol. XII, 1872.
(5) Strasburger E. — *Histologische Beiträge.* Heft III, pag. 416, 1891
(6) Warburg. — *L. c.*, pag. 8.

mente all'esterno, mentre il centro del cilindro centrale è occupato in prevalenza dai fasci caratteristici, il cui aspetto ho ritratto nella figura 6 della tav. I. Orbene dirò fin d'ora che il modo particolare di presentarsi di questi fasci è per l'appunto in stretta relazione con l'argomento trattato dal Mangin nel suo lavoro, cioè con l'inserzione delle grosse radici aeree sul caule.

Il Van Tieghem, uniformandosi a ciò che il Trécul (1) stabilì pei fasci di alcune Aroidee, adottò anch'egli pei grossi fasci a più gruppi vascolari delle Pandanacee il nome di *fasci composti*, distinguendoli così dagli altri fasci, presenti in gran numero alla periferia del cilindro centrale, che chiamò *fasci semplici*, perchè possedevano un unico gruppo vascolare. Ho rappresentato questi ultimi nelle figure semischematiche 7-12 (*fs*).

Di solito i fasci composti nel genere *Pandanus* posseggono due o tre gruppi vascolari intorno ad un potente complesso di fibre sclerenchimatiche, rarissimamente quattro. Invece nel genere *Freycinetia*, secondo le osservazioni del Van Tieghem il numero dei gruppi vascolari intorno alla massa comune di fibre è maggiore (2).

Lasciando da parte il genere *Freycinetia*, di cui non ho avuto materiale a mia disposizione, ci occuperemo soltanto dei *Pandanus*:

Il Van Tieghem, mentre descrive che i gruppi vascolari risultano di elementi vascolari propriamente detti accompagnati da «*cellule cribrose*», nella fig. 6 della tav. IX disegna delle cellule a pareti sottili, che circondano completamente ciascuno dei gruppi vascolari del fascio composto, senza indicare se coteste cellule, tutte simili fra di loro, rappresentino i tubi cribrosi oppure il parenchima vascolare.

Il Thiselton Dyer (3) dichiara sinceramente di non essere riuscito a vedere una distinta porzione cribrosa: « *After repeated search I ave failed to see anything in the interior of the bundles wich could be properly described either as vasa propria or cambiform cells* ».

Orbene i tubi cribrosi esistono (fig. 6 *t*); però in alcune specie, almeno nei tratti adulti del caule, sono notevolmente ridotti in numero. In discreta quantità sono presenti nei fasci di *P. humilis* e *graminifolius*, più ridotti in quelli del *P. javanicus*. Il massimo di riduzione l'ho osservato nei fasci del *P. Veitchii*. Nella fig. 6, già notasi questa riduzione, la quale raggiunge un limite ancora maggiore in certi fasci, in cui a ridosso della porzione vascolare presentansi sol-

(1) *Comptes-rendus*, T. LXII, 2 janvier 1866.
(2) Van Tieghem. — *L. c.*, pag. 196, fig. 2, tav. 10.
(3) Thiselton Dyer. — *L. c.*, pag. 53.

tanto due tubi cribrosi. Questi però, in compenso, hanno un lume abbastanza ampio e frequentemente più d'una cellula annessa (talora due, talora perfino tre).

C'è da notare ancora nella porzione cribrosa la tendenza dei singoli elementi ad isolarsi l'un dall'altro (fig. 6). Tale tendenza si fa più marcata, come più innanzi vedremo, negli assi fiorali, marcatissima poi nelle foglie.

Nei punti d'innesto di due tubi cribrosi, essendo la superficie di contatto molto ampia, si generano degli estesi campi cribrosi; le pareti trasversali invece che separano i singoli elementi di ciascun tubo, essendo perfettamente orizzontali, posseggono un unico cribro.

La riduzione della porzione cribrosa, che abbiamo constatata per il *P. Veitchii* specialmente, manifestasi sin dall'origine nella differenziazione dei fasci vascolari dai cordoni di procambio? Io ho osservato in sezioni praticate in tratti molto giovani del caule che il numero dei tubi cribrosi non è molto più abbondante che nei tratti adulti; vi sono in più le primane cribrose, che in seguito rimangono schiacciate dalle potenti fibre che le circondano. Lo schiacciamento procede, come di regola, in senso centripeto e si può seguire con grande facilità, riscontrandosi i tubi cribrosi in tutti gli stadii di distruzione.

Nulla di speciale posseggono e la porzione vascolare dei fasci, che risulta esclusivamente di tracheidi, e il robusto complesso di fibre, che nei fasci composti tiene riuniti due o tre fasci semplici. Soltanto le fibre aumentano lo spessore delle loro pareti in corrispondenza della porzione cribrosa. Alla periferia del fascio trovansi delle serie verticali di cellule cristallifere (fig. 6 *cr*).

L'aspetto abbastanza caratteristico dei fasci composti dei *Pandanus* non può non attirare l'attenzione di chi li osserva la prima volta. Nonpertanto è strano che nessuno degli autori su citati si sia mai proposto il compito di trovare una spiegazione sufficiente sul modo d'origine di essi e, quel che più importa, d'investigare quale sia l'importanza di siffatta struttura.

Tanto il Van Tieghem come il Thiselton accennano brevissimamente che i fasci composti provengono dalla fusione di due, talora di più fasci semplici. La qual cosa è troppo facile a constatarsi: basta guardare con un po' d'attenzione un discreto numero di preparati per rinvenire dei fasci in tutti gli stadi di saldatura fra loro. Ma esempi di saldatura dei fasci non ce l'offrono soltanto i cauli di *Pandanus*, bensì di tutte le Monocotiledoni: basta osservare uno scheletro ben preparato di una Gigliacea arborescente o di qualche Palma per trovarne degli splendidi. Gli stessi fasci composti di alcune *Araidee*, de-

scritti e figurati in gran numero dal Van Tieghem, derivano da fusione di parecchi fasci semplici fra loro.

Però nè la saldatura dei fasci delle Gigliacee e delle Palme, nè quella delle Aroidee, hanno nulla da vedere con la saldatura dei fasci delle Pandanacee.

È necessario, per formarsi un concetto esatto sui rapporti che si stabiliscono fra i diversi fasci e per trovare la ragione di siffatti rapporti, seguire il percorso dei fasci stessi per una lunghezza più o meno considerevole attraverso il caule, preferibilmente in tratti non troppo discosti dal punto d'inserzione di una radice. A questo scopo non è sufficiente lo studio del percorso dei fasci fatto sugli scheletri. Io ne ho preparati un gran numero e con essi non sono ad altro riuscito che a scorgere l'enorme complicazione derivante per un verso dal saldarsi, per l'altro dal tornare a separarsi dei fasci. Per cui ad ogni tratto numerose biforcazioni rivolte e verso l'alto e verso il basso del caule. Prendiamo a seguire ad es., una traccia fogliare: immediatamente la sperdiamo, perchè, appena penetrata nel cilindro centrale, contrae rapporti coi fasci periferici. Non a torto quindi il Warburg (1) dubitava dal solo esame d'uno scheletro che il percorso dei fasci nei *Pandanus* fosse eguale a quello tipico delle *Palme*. Non si riesce infatti, guardando la superficie di sezione di uno scheletro accuratamente spaccato per metà, a scorgere, se non confusamente, la caratteristica doppia curva, che spicca evidentissima invece in uno scheletro di *Dasylirion* o di qualsiasi altra Gigliacea arborescente.

Smesso lo studio degli scheletri, che non approda quasí a nulla, ho adottato il metodo delle sezioni in serie, operate su tratti piuttosto lunghi del caule. Quanto sacrificio di tempo esso abbia richiesto è facile immaginarsi; tuttavia mi ha permesso di chiarire la questione nel modo più evidente. Del resto anche il Falkenberg (2) nel suo accurato lavoro accenna a questo metodo e, mentre lo dichiara come « *ausserst zeitraubend* », non esita a considerarlo come l'unico che possa fornire un valido aiuto nei casi dubbî.

Il pezzo di caule da cui ho ottenuto la serie di sezioni apparteneva al *P. Veitchii:*

Esaminiamo una prima sezione, per procedere poi verso l'estremità inferiore del caule (Fig. 7, tav. II) (3): alla periferia del cilindro centrale i fasci sono più numerosi e per la maggior parte sem-

(1) *L. c.*, pag. 7.

(2) Falkenberg, P. — *Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen.* — Stuttgart, pag. 14, 1876.

(3) Le figure 7-12 sono schematizzate in quei particolari che per lo scopo nostro non interessano.

plici, nel senso del Van Tieghem, cioè con un solo gruppo vascolare (*fs*). Verso l'interno i fasci semplici si fanno più rari e prevalgono i fasci composti a due ed a tre gruppi vascolari (*fc*).

Il parenchima frapposto ai fasci è interrotto da numerose irregolari lacune, prodotte per distruzione locale delle cellule (*la*). Fra i fasci semplici periferici scorgesi una traccia fogliare da poco penetrata nel cilindro centrale (*A*): è necessario che noi la seguiamo nel suo ulteriore cammino. Nella fig. 8 (tav. II) si rileva che essa si spinge verso l'interno ed intanto sul suo dorso si è saldato, dopo aver girato su se stesso, il fascio semplice *B*, che nella fig. 7 trovavasi verso la periferia.

Intanto che il fascio *A*, proseguendo sempre il suo cammino verso il centro del cilindro centrale, si trascina seco il fascio *B*, la saldatura fra essi si fa sempre più intima (fig. 9). A poca distanza dal fascio composto *AB* si osserva un terzo fascio *C*, il quale pure proviene dalla periferia del cilindro centrale e, come il *B*, non rappresenta che un fascio molto ridotto in via di estinzione.

Nella fig. 10 esso si salda al fascio composto *AB* e si origina così un fascio composto a tre gruppi vascolari, in cui il gruppo *B* tende sempre verso l'*A*. Nella figura 11, riprodotta coll'intervallo di poche sezioni, la distanza fra i due gruppi *A* e *B* è diventata minima: nella stessa figura notansi due altre tracce fogliari, di cui una penetra nel cilindro centrale (*A''*) mentre l'altra (*A'*) abbastanza internata, si è già caricato sul dorso un piccolo fascio della periferia. Finalmente nella fig. 12 il fascio *B* si fonde completamente all'*A* e di 3 gruppi ne rimangono 2.

Gli stadii, che ha percorsi finora la primitiva traccia fogliare *A*, ha iniziati già la traccia fogliare *A'*, penetrata posteriormente nel cilindro centrale, ed è già pronta ad iniziare la traccia *A''*, che non ha ancora oltrepassato il limite del cilindro centrale. Seguendo infatti l'*A''* nel suo ulteriore percorso, si vede che ad essa s'addossa il piccolo fascio periferico *D*, che ha già girato su se stesso (fig. 12), volgendo la porzione vascolare verso l'esterno.

Avvenuta la fusione del fascio *B* col fascio *A*, è necessario seguire il fascio composto *AC* fino all'ultima sezione della serie per osservarne le successive modificazioni (1):

Dopo essersi ancora un po' spinto verso il centro, incomincia a poco a poco a ritornare verso la periferia. Il gruppo vascolare *C* ad

(1) Non ho creduto opportuno disegnare gli stadii ulteriori del fascicolo *AC*, interessando a me sopratutto dimostrare come terminano con le loro estremità inferiori le tracce fogliari, la qual cosa abbiamo visto per il fascio *B*.

un dato momento si stacca e, movendo verso l'interno, va a fondersi con un'altra traccia fogliare penetrata posteriormente all' A nel cilindro centrale e così, allo stesso modo che il fascio B, pone termine alla sua esistenza.

Del fascio composto $A\,C$ non rimane dunque che il fascio A, che continua la sua marcia a ritroso verso la periferia. Termina a questo punto la serie delle sezioni.

Per comprendere quale sarà la fine del fascio A la cosa è molto semplice; basta ricominciare l'osservazione delle sezioni in serie, scegliendo nella prima sezione un fascio collo stesso aspetto dell'A nell'ultima sezione. Si scorge subito che esso, retrocedendo, raggiunge la periferia del cilindro centrale, vi si mantiene per un certo tratto, sempre più assottigliandosi, poi gira su se stesso e si addossa alla prima traccia fogliare, che, penetrando nel cilindro centrale, gli passa accanto, Quel che di essa succederà in seguito, a noi è noto, perchè abbiamo seguito e descritto il fascio periferico B.

Il tipo di percorso suesposto è il più frequente. Vi sono però delle lievi modificazioni, alle quali bisogna che accenni brevemente:

1° I fasci periferici talvolta, girando su se stessi, non si addossano subito ad una traccia fogliare che passi loro d'accanto, ma ritornano per proprio conto, nella nuova posizione assunta verso l'interno, si addossano ad un altro fascio per distaccarsene dopo un poco ed accollarsi ad un altro più interno. Durante questo passaggio da un fascio all'altro, vanno man mano esaurendosi, finchè, ridotti a minime dimensioni, si fondono ad una traccia fogliare che penetra verso il centro, e scompaiono;

2° Altre volte i fasci periferici, sensa girare su se stessi per accollarsi ad una traccia fogliare e ritornare verso il centro, vengono assorbiti nella loro posizione normale dalla traccia e quindi scompaiono immediatamente alla periferia stessa. Questo però è un caso raro;

3° Altre volte i fasci più esterni fra i periferici, che sono pure i più esauriti, subiscono prima delle saldature fra loro, poi mandano di tanto in tanto dei rami verso l'interno, invece di penetrare tutti interi ed in questo modo scompaiono;

4° Anche i fasci periferici, che, girando su se stessi, penetrano verso l'interno o soli o addossati ad una traccia fogliare, non scompaiono molte volte tutto d'un tratto, ma prima si liberano di un certo numero di ramuscoli, che vanno a perdersi in altre tracce;

5° Il giro caratteristico, che i fasci compiono su se stessi può effettuarsi non soltanto quando essi sono ritornati alla periferia, ma in qualsiasi punto del loro percorso, per lo più oltrepassato il primo

tratto della curva discendente, cioè quello che va dalla periferia verso il centro. Anche in questo caso essi si addossano ad altri fasci, che mantengono invece la loro posizione normale ed insieme compiono il resto della curva, cioè il tratto che va dal centro alla periferia. I fasci composti risultanti da questa fusione sono facilmente riconoscibili perchè tutti e due i gruppi vascolari sono forniti oltre che dei grossi tracheidi anche delle primane.

Ponendo mente a ciò che abbiamo detto, si scorge che le piccole modificazioni al tipo da noi descritto e figurato, non costituiscono delle eccezioni, ma dei gradi di passaggio, rientranti benissimo tutti nella regola generale, la quale possiamo così riassumere:

Una traccia fogliare, pervenuta nel cilindro centrale, contrae nel suo ulteriore cammino, che possiamo distinguere in tre tratti, relazione con altri fasci, donde nascono i così detti fasci composti. Nel 1° tratto, che va dalla periferia verso il centro del cilindro centrale, essa stabilisce i suoi rapporti con fasci molto ridotti, ultime estremità di traccie fogliari superiori, che ad una distanza variabile dalla periferia assorbe completamente.

Nel 2° tratto, che va dal centro verso la periferia, contrae relazione con fasci di età sempre meno differente da essa, giacchè anch'essa viene esaurendosi. In un punto qualsiasi di questo secondo tratto la traccia fogliare subisce il caratteristico giro su se stessa per addossarsi ad altri fasci.

Finalmente s'inizia il 3° tratto, il quale va di nuovo dalla periferia verso il centro. È lungh'esso che la traccia scompare, fondendosi in una nuova traccia, che percorre il primo tratto del suo cammino.

Contrariamente dunque allo schema delle *Palme*, i fasci nel caule dei *Pandanus*, dopoaver compiuto la curva caratteristica, non si esauriscono e muoiono alla periferia del cilindro centrale, bensì ritornano verso il centro e qui si estinguono.

Qual'è la ragione di questa differenza di comportamento?

Noi sappiamo che nella grande maggioranza delle Monocotiledoni il sistema conduttore delle radici laterali, arrestandosi alla periferia del cilindro centrale del caule, si collega, sia direttamente, sia indirettamente come a giusta ragione sostiene il Mangin (1), con le estremità in feriori delle tracce fogliari.

Il Van Tieghem ha creduto che una simile inserzione avesse luogo anche per le radici delle *Pandanacee* (2).

(1) Mangin. — *L. c.*, pag. 250-251.
(2) Van Tieghem. — *L. c.*, pag. 195.

Dalle ricerche del Mangin (1) invece è risultato che il sistema conduttore delle radici aeree delle *Pandanacee* non si arresta alla periferia del cilindro centrale del caule, ma vi penetra profondamente e, spesso dopo averne oltrepassato il centro, si fonde coi fasci profondi del caule. L'osservazione del Mangin è molto facile a constatarsi, sia operando attraverso il caule un taglio longitudinale, che passi pure per il punto d'inserzione di una radice, sia, meglio, guardando uno scheletro ben macerato: Si vede il complesso dei fasci della base della radice sfioccarsi a guisa di pennello, ed insinuarsi profondamente nel cilindro centrale del caule, dirigendosi dal basso all'alto (2).

Il Mangin però, dopo aver notato la sostanziale differenza, che corre fra il modo d'impianto delle radici nelle *Pandanacee* (3) e quello delle altre Monocotiledoni, si limita a concludere pei fasci radicali: « *Après avoir atteint ou souvent même après avoir dépassé le milieu de la tige, ils s'accolent aux faisceaux communs* ». Ma a quali tratti si accollano dei fasci comuni? È questo senza dubbio il punto più importante della questione. Più sopra abbiamo detto che nelle altre Monocotiledoni i fasci della radice s'uniscono alla periferia del cilindro centrale del caule, colle estremità inferiori delle tracce fogliari.

Anche nelle *Pandanacee* i fasci radicali si saldano con le estremità delle tracce fogliari; senonchè, penetrando questi profondamente nel cilindro centrale del caule, ne viene la necessità del ritorno dalla periferia al centro delle estremità inferiori delle tracce fogliari medesime e come conseguenza la scomparsa di esse, invece che alla periferia come nelle altre Monocotiledoni, verso il centro del cilindro centrale. Si spiega inoltre anche la formazione dei caratteristici fasci composti i quali, come abbiamo visto, sono temporanee riunioni di diversi fasci fogliari in differenti stadii del loro percorso attraverso il fusto, alcuni essendo molto ridotti, altri meno. Quelli più ridotti servono appunto per l'impianto dei fasci delle radici e si riconoscono subito per la mancanza in essi di primane vascolari (fig. 6 *X*).

Per esaminare la saldatura dei fasci radicali con le estremità inferiori dei fasci del caule, basta seguire verso il basso il gruppo vascolare più ridotto di un fascio composto, ad es. il gruppo *X*

(1) Mangin. — *L. c.*, pag. 347.

(2) Io ho osservato in alcuni casi che la penetrazione dei fasci nel cilindro centrale si effettua secondo una leggera curva, che mira forse ad aumentare l'adesione delle radici al caule, tanto necessaria per la solidità di queste piante.

(3) Mangin. — *L. c.*, pag. 346.

della fig. 6. Di tanto in tanto vedonsi staccare da esso dei piccoli fascetti, che accompagnati per un certo tratto mostrano un percorso molto irregolare. Sono dei fasci radicali, che nel caule stesso saldansi ad altri fasci radicali, ingrossandosi man mano che s'avvicinano alla base della radice. Nella fig. 13 (tav. III) ho rappresentato uno di tali fasci per mostrare che essi nel caule posseggono un' evidente struttura collaterale ed un aspetto molto simile ad un fascio ridotto del caule.

Dopochè il gruppo vascolare più ridotto di un fascio composto si è liberato di uno o più fascetti radicali, esaurito, pone fine alla sua esistenza, fondendosi con una traccia fogliare che compie il primo tratto della sua curva.

Non tutti i fasci radicali però penetrano profondamente nel caule. Vi sono ad es. i fasci più esterni del cilindro centrale della radice, che si diffondono alla superficie del cilindro centrale del caule, fondendosi coi fasci periferici di questo. Rimane così spiegato anche il caso — da noi enumerato fra le lievi modificazioni al tipo generale — in cui le estremità inferiori dei fasci fogliari, a simiglianza delle altre Monocotiledoni, scompaiono alla periferia.

Quale vantaggio derivi alla solidità della pianta dalle due disposizioni: 1° *saldatura di fasci caulinari fra loro*; 2° *penetrazione profonda dei fasci radicali nel cilindro centrale del caule*, disposizioni che sono, come abbiamo visto, in stretta relazione fra loro, anzi devono considerarsi l'una come la conseguenza dell'altra, è facile immaginare, quando si pensi che i *Pandanus* si affidano, distruggendosi col tempo la parte inferiore del caule, esclusivamente alle radici aeree, che fungono a questo modo da veri puntelli. Se il robusto sistema conduttore di queste radici, invece di spingersi profondamente per fondersi all'intreccio quanto mai complicato, derivante dalla saldatura dei fasci caulinari fra loro, si arrestasse, come nel gran numero delle Monocotiledoni, alla periferia del cilindro centrale del caule, la stabilità della pianta sarebbe notevolmente menomata. Basterebbe infatti che un vento impetuoso ne scuotesse la chioma, per determinare il distacco delle radici e la lacerazione dei tessuti superficiali del caule.

Studiata l'origine dei caratteristici *fasci composti* delle Pandanacee, ci domandiamo: può per essi conservarsi detto nome adottato, come più sopra dicemmo, dal Van Tieghem? No, per la stessa ragione per cui il Falkenberg (1) combattè il medesimo nome assegnato per la prima volta dal Trécul ai fasci di alcune *Aroidee*, che

(1) Falkenberg. — *L. c.*, pag. 102.

presentavano parimenti parecchi gruppi vascolari. La ragione del Falkenberg è che nelle *Aroidee* la riunione dei diversi fasci semplici è solo temporanea; infatti ad altezze differenti nel caule, ognuno di essi diventa indipendente e costituisce per proprio conto un fascio fogliare. Ora nelle *Pandanacee* la riunione dei fasci semplici è ancora più precaria, giacchè, mentre nelle *Aroidee* i fasci semplici, una volta riunitisi inferiormente, non si separano più, anzi a poco a poco si fondono con le loro porzioni vascolari, dimodochè in definitiva ne risulta di nuovo un fascio semplice, nelle *Pandanacee* i singoli gruppi vascolari di un fascio composto, possono anche verso il basso tornare a separarsi per andare a far parte di un altro fascio composto, e così si originano le biforcazioni dirette verso la base del caule, tanto comuni quando si osserva uno scheletro di caule di queste piante.

Ma v'è un'altra ragione per escludere il termine adottato dal Van Tieghem, in quanto che prevale ora l'idea di assegnare il nome *fasci composti* a quelli che risultano di porzione vascolare e cribrosa insieme, in contrapposto ad altri che posseggono o l'una o l'altra delle due porzioni e che chiamansi *fasci semplici*.

Nè possiamo accettare il termine *fascio multipolare*, adottato dal Warburg (1), sia perchè anch'esso non esclude l'idea di un'unità stabile, sia perchè le denominazioni *fascio unipolare* e *multipolare* sono state da parecchio tempo introdotte dal Bertrand, per indicare rispettivamente i particolari fasci delle foglie delle Cicadacee e i fasci di molte piante fossili a queste affini.

Essendo in tutti i modi utile, per indicare nella maniera più breve i particolari complessi di fasci, introdurre un termine, il quale non li intenda che come temporanee riunioni e nello stesso tempo non generi ambiguità, io proporrei di chiamarli, sia pure temporaneamente, *complessi vascolari*.

Ad aumentare la complicazione nella struttura del cilindro centrale del caule concorrono anche i numerosi fasci, che giungono dalle gemme ascellari. Alcuni di essi veramente scompaiono già nella corteccia, saldandosi con tracce fogliari, che s'avviano verso il cilindro centrale; altri giungono indipendenti nel cilindro centrale, ma vi penetrano poco profondamente e ad ogni modo contraggono presto rapporti con gli altri fasci ivi esistenti.

Parecchi autori hanno accennato alla presenza di fasci proprii anche nel caule delle *Pandanacee*. Io posso affermare che qualsiasi

(1) *L. c.*, pag. 8.

fascio seguito verso l'alto per un tratto più o meno lungo, si risolve in un fascio comune, poichè, arricchendosi di elementi vascolari anulati e spiralati, piega verso l'esterno e, attraverso alla corteccia, giunge alla base d'una foglia.

Ed ora alla questione tanto discussa: Esiste nel caule delle *Pandanacee* struttura secondaria?

Primo a rispondere affermativamente a questa domanda, per quello che io sappia, è stato lo Schacht (1). Egli ammise oltre che per la *Dracaena* e piante affini, anche per il caule di alcune *Palme* e pei *Pandanus* una struttura secondaria, dovuta all'attività di un anello cambiale, messo al limite fra il midollo e la corteccia.

Mohl (2) contestò subito l'esattezza delle asserzioni dello Schacht, non avendo scorto nessuna disposizione, che potesse lontanamente paragonarsi a quella delle *Dracaena*.

Anche il Van Tieghem (3) escluse l'idea della presenza di *una zona generatrice permanente*, nei *Pandanus*.

Il Thiselton Dyer (4) ebbe la speranza, com'egli stesso dice, di poter citare pei *Pandanus* quanto era stato riferito dal Millardet per la *Dracaena* e per la *Yucca*. Però, in seguito alle sue ricerche, non potè essere « *soddisfatto completamente dell'esistenza di uno strato di cambio.* » Tuttavia non escluse l'idea che vi potessero essere formazioni secondarie in tratti più adulti del caule, avendo egli esaminato soltanto delle porzioni giovani di esso. Si sa infatti, egli dice, che nelle Monocotiledoni ad accrescimento secondario il cambio non fa la sua comparsa nei cauli molto giovani; « *questa potrebbe essere la ragione di non averlo trovato nei Pandanus.* » Il Thiselton ha ragione fino ad un certo punto, giacchè, se è vero quello che egli dice, cioè che il cambio in molte Monocotiledoni non compare se non ad una distanza notevole dall'apice, in parecchie altre, come ad es. nella Yucca da lui menzionata, il cambio appare immediatamente sotto l'apice.

Anche il Falkenberg (5) non è rimasto estraneo alla questione. Egli si associa pienamente al Mohl, giacchè, avendo avuto a sua disposizione un pezzo di caule di *Pandanus pygmaeus* abbastanza adulto, notò che non v'era nè zona di meristema come nella *Dracaena*, nè un ordinamento speciale ed una struttura tale da mostrare che si fosse effettuato un accrescimento secondario in spessore.

(1) Schacht — *Die Pflanzenzelle*, Berlin 1852.

(2) Mohl. — *Ueber die Cambiumschicht der Phanerogamen und ihr Verhältniss zum Dickenwachstum.* Botanische Zeitung, Jahrg. 16, 1858.

(3) Van Tieghem. — *L. c.*, pag. 195.

(4) Thiselton Dyer. — *L. c.*, pag. 51.

(5) Falkenberg. — *L. c.*, pag. 153.

Il Mangin (1) più tardi, attirato anch'egli dalla curiosità di spiegare l'accrescimento dei cauli di *Pandanus*, afferma a più riprese l'assenza in essi di qualsiasi meristema secondario.

Lo Strasburger (2), come gli autori precedenti, esclude perfettamente l'idea di formazioni secondarie.

Ultimamente il Warburg (3) ha ripreso la questione ed ha ammesso che le formazioni secondarie ci sono.

Le affermazioni del Warburg sono state però subito messe in dubbio dallo Schoute (4) per la insufficiente validità degli argomenti addotti.

Il Warburg ha avuto a sua disposizione un grosso tronco di *Pandanus furcatus*, misurante nell'estremità inferiore 11 cm. ed in quella superiore 6 1/2 cm. di diametro. Questa differenza di spessore era dovuta al cilindro centrale, giacchè la corteccia era spessa circa 1 mm. tanto in alto quanto in basso. La distanza fra le cicatrici dei fasci delle foglie cadute era di 2 mm. in corrispondenza della superficie di sezione superiore, di 3 millimetri in corrispondenza della superficie di sezione inferiore. Le gemme rimaste sul caule misuravano insieme col profillo 9 mm. in larghezza verso la estremità superiore del caule, 13 mm. verso l'inferiore. « *Tutto ciò* », dice l'autore, « *parla per un accrescimento successivo in spessore.* » Passando quindi all'esame microscopico, egli si convince che un anello di cambio, come nelle Gigliacee arborescenti, non esiste nei *Pandanus*; nompertanto crede di poter dimostrare che, quantunque in misura limitata, si effettua anche un accrescimento secondario:

Non piccola parte in quest'accrescimento è devoluta, secondo l'autore, al parenchima fondamentale del cilindro centrale, le cui cellule ingrandiscono notevolmente e perciò i fasci nella sezione inferiore del caule si mostrano molto più slontanati fra loro che nella sezione superiore. Al microscopio inoltre si scorgono alcune divisioni di coteste cellule. Ma si formano anche nuovi fasci, il che l'autore deduce dal maggior numero di essi nella sezione inferiore che nella superiore. Egli infatti ha contato con una lente su un settore uguale nella sezione superiore ed inferiore il numero dei fasci, marcandoli con l'inchiostro ed ha trovato che nel settore superiore erano 3600, nel settore inferiore 5400.

(1) Mangin. — *L. c.*, pag. 259, 260, 261, 344, 345, 352.

(2) Strasburger. — *L. c.*, pag. 415.

(3) Warbung. — *L. c.*, pag. 9-11.

(4) Schoute J. C. — *Die Stammesbildung der Monokotylen.* Flora, Bd. 92, 1903.

I fasci nuovi non si formano, secondo l'autore, nell'interno del cilindro centrale, ciò che scorgesi col microscopio e con la preparazione degli scheletri, non riscontrandosi, accanto ai grossi fasci poco o niente ramificati, dei giovani fasci. Invece si formano alla periferia del cilindro centrale, dove quasi in ogni sezione trasversale si possono scorgere uno o più giovani fasci in tutti gli stadii di sviluppo, allo stato di meristema, al principio della lignificazione degli elementi vascolari, con la guaina meccanica alquanto lignificata e infine allo stato adulto. Ciascuno dei nuovi fasci si collega con uno dei fasci più esterni della struttura primaria, come rilevasi da ciò che i fasci periferici, in contrapposto ai fasci centrali, mostrano numerose biforcazioni. Infine l'autore conclude coll'ammettere che le formazioni secondarie dei *Pandanus* si collegano strettamente con quelle delle Gigliacee, solo che in queste, la formazione dei nuovi fasci essendo molto più abbondante e rapida, il parenchima frapposto, per tener dietro, si divide anch'esso ripetutamente, in guisa che in sezione trasversale si rende molto manifesto l'ordinamento radiale, mentre nei *Pandanus*, delle sporadiche divisioni di singole cellule del parenchima corticale sono sufficienti per agguagliare i lievi spostamenti prodotti dalla formazione dei nuovi fasci e dalla dilatazione del parenchima del cilindro centrale. Ad illustrare i diversi stadii dei fasci secondari, il saldarsi di essi ai fasci primari ecc., il Warburg riporta parecchie figure che allo Schoute, come a me, non sembra dimostrino chiaramente quanto l'autore asserisce.

Io ho sezionato un discreto numero di cauli di *Pandanus*, ho esaminato lo scheletro di un caule di cm. 8 $^1/_2$ di diametro conservato nella nostra collezione scolastica ed in nessuno ho trovato accrescimento secondario, neanche in maniera così limitata come lo ammette il Warburg. Vero è però che il Warburg ha studiato una specie, della quale io non ho potuto disporre, specie che possedeva un caule più grosso in basso che in alto, mentre è più frequente il caso contrario. Quindi potrebbe darsi che, mentre la grande maggioranza dei *Pandanus* sieno destituiti di struttura secondaria, alcune specie, benchè in grado minimo, la posseggano. Parecchie ragioni però ci spingono ad abbandonare subito tale supposizione:

1) La grande uniformità nella struttura anatomica dei *Pandanus*, la quale già da sè basterebbe a priori ad escludere qualsiasi dubbio su una diversità così considerevole di comportamento nelle differenti specie.

2) Le ripetute affermazioni da parte di numerosi autori tutti degni di fede dell'assenza assoluta di un meristema secondario e quindi di formazioni secondarie.

3) La non troppo sufficiente validità degli argomenti addotti dal Warburg, e da me uno ad uno suesposti, a sostegno delle sue asserzioni.

Egli attribuisce anzitutto, come abbiamo visto, una grande importanza per l'accrescimento in spessore del caule al parenchima del cilindro centrale, le cui cellule non solo aumenterebbero in volume ma si dividerebbero. Io ho misurato le dimensioni di parecchie cellule e nell'estremità superiore e in quella inferiore dei cauli esaminati e non ho rilevato mai nessuna differenza; nè ho rinvenuto delle cellule in divisione, eccettuate naturalmente quelle che dividonsi invece abbondantemente, per prendere parte alla formazione di quei tratti dei fasci radicali che scorrono nel caule.

Ma vi è anche, secondo il Warburg, la formazione di veri e propri fasci secondari. La qual cosa, secondo lui, è messa anzitutto in evidenza dal numero notevolmente maggiore dei fasci contati su un settore inferiore del caule, in confronto di quelli contati su un eguale settore superiore.

Ora basterebbe il caso, tutt'altro che raro, che egli avesse sezionato a poca distanza dal punto d'inserzione di una delle enormi radici di *P. furcatus*, per contare, fra i fasci caulinari, i numerosissimi fasci radicali che, come sappiamo, penetrano profondamente nel caule, scorrendo liberi in esso per un lungo tratto verso l'alto.

Il Warburg ammette ancora che i nuovi fasci si salderebbero ai fasci periferici del cilindro centrale, come mostrerebbero le numerose biforcazioni presentate da questi ultimi in paragone dei fasci del centro. Io ho osservato invece che se le ramificazioni sono abbondanti verso la periferia, sono tutt'altro che scarse verso il centro ed in tutti i modi, giusta quanto ho mostrato nel percorso dei fasci, esse ripetono tutt'altra origine che dalla formazione di nuovi fasci.

Ad aumentare infine i nostri dubbi sulla realtà dell'esistenza di una struttura secondaria, concorrono anche e la descrizione e l'illustrazione che il Warburg ci dà dei nuovi fasci. Essi non differirebbero dai fasci della struttura primaria che nella mole, essendo un po' più piccoli. Del resto sarebbero collaterali, normalmente orientati e forniti di una robusta guaina come i fasci primarii. Sappiamo invece quanto differiscano fra loro le due sorta di fasci in quelle Monocotiledoni ad evidente accrescimento in spessore per opera d'un meristema secondario, sia nella struttura, essendo i fasci primari, *per lo più* collaterali, e i secondari *sempre* concentrici, sia per gli elementi che entrano a costituirli, mancando sempre nei fasci secondari ogni traccia di fibre.

Ammesso pure, per un momento, come esatto tutto ciò che riferisce il Warburg, non si spiegherebbe che il caso, se non raro, meno frequente in cui il tronco dei *Pandanus* si mostra più grosso inferiormente che verso l'alto. Come si spiega invece il caso in cui il caule aumenta considerevolmente in spessore dal basso all'alto, acquistando la forma di un cono? Su tale questione noi possediamo alcuni dati del Mangin (1) e dello Schoute (2).

Il Mangin mette in relazione l'accrescimento in spessore del caule con la formazione alla sua superficie di grosse radici aeree. Egli dice: « *Grazie alla comparsa di nuove radici sul caule, gli alimenti vengono assorbiti in maggior quantità, per cui l'apice vegetativo di ogni piantina s'ingrandisce a poco a poco, ed aumenta regolarmente il numero dei fasci comuni, che esso genera. È per questo meccanismo, che esclude lo sviluppo di un meristema secondario, che il caule delle Pandanacee e di alcune Palme può raggiungere un diametro considerevole* ».

La maniera di pensare dello Schoute è sostanzialmente uguale a quella del Mangin, benchè egli non abbia consacrato che pochissime parole alle *Pandanacee*. Egli collega il modo di formazione del caule in queste piante a quello dell'*Iriartea* (fra le Palme) descritto dal Karsten. Anche nell'*Iriartea* si sviluppano sulla superficie del caule, fino ad una certa altezza, numerose radici. Dallo schema, col quale lo Schoute (3) rappresenta la formazione del caule nell'*Iriartea*, si rileva chiaramente che l'aumento nello spessore di esso è in stretto rapporto con lo sviluppo di nuove radici alla sua superficie. Cessata ad un certo punto la formazione di radici, il caule non cresce più conico, ma cilindrico.

Vi sono però dei cauli di *Pandanus*, che, pur presentando delle radici solo fino ad un terzo più o meno dell'intera loro lunghezza, continuano anche al di sopra di queste a svilupparsi, sempre in un cono abbastanza ampio. In questi casi le radici influiscono soltanto fino ad un certo punto sull'aumento in grossezza dell'apice, il quale dunque, una volta ricevuto l'impulso, continua a crescere lentamente in spessore, malgrado gli arrivi sempre la stessa quantità di alimenti.

Coefficiente non trascurabile per l'aumento in spessore del caule è il complesso dei fasci radicali che dalla base della radice pene-

(1) Mangin. — *L. c.*, pag. 259-260.

(2) Schoute. — *Die Stammesbildung der Monokotylen.* Flora Bd. 92, pagine 38 e 48.

(3) *L. c.*, tav. IV, fig. 7.

trano profondamente nel fusto per collegarsi ai suoi fasci. Tali fasci, come abbiamo detto ripetutamente, formansi a spese del parenchima fondamentale del cilindro centrale, per cui le cellule di esso son costrette a dividersi un gran numero di volte. Io credo che nel caso in cui il tronco è più grosso in basso che in alto la differenza è data in non piccola parte appunto dai fasci radicali suddetti. Nel *Pandanus furcatus* delle nostre serre, che, come quello esaminato dal Warburg, è più grosso inferiormente che superiormente, il maggior diametro è misurato dal caule immediatamente al disopra dell'impianto delle ultime radici; poscia lo spessore diminuisce gradatamente verso l'alto.

Asse dell' infiorescenza.

Ho esaminato soltanto gli assi di due infiorescenze carpellifere, una di *P. furcatus* proveniente dall'orto botanico di Napoli e l'altra di *P. humilis* proveniente da Firenze.

Al di sotto di un'epidermide molto povera di stomi v'è un cilindro corticale poco sviluppato, il cui parenchima si continua direttamente, senza subire alcuna modificazione, col parenchima del cilindro centrale. Nessun limite netto quindi fra le due regioni, contrariamente alla regola generale per gli scapi ed assi fiorali delle Monocotiledoni, in cui le serie di elementi più esterni del cilindro centrale si ispessiscono e si lignificano, inglobando spesso i fasci periferici e costituendo in tal modo un ottimo apparecchio di sostegno per questi organi.

I fasci, a struttura collaterale, mostrano ancora più manifestamente dei fasci della porzione vegetativa del caule il frazionamento della porzione cribrosa, talora sino all'isolamento completo dei singoli tubi cribrosi, alcuni dei quali sono forniti di due e perfino, in rari casi, di tre cellute annesse (fig. 14 *t*). A lume molto ampio sono i tubi cribrosi di *P. furcatus*, misurando alcuni di essi fino a 26 μ di diametro.

Per quanto riguarda la porzione vascolare, ho notato nei fasci del *P. furcatus*, lo sviluppo considerevole che possono assumere le cellule del parenchima vascolare situate di fronte alle primane.

Esempi migliori di tal genere mostreremo, parlando della foglia.

Una guaina meccanica, sviluppata maggiormente dal lato della porzione cribrosa, circonda tutto il fascio. Alla sua periferia non mancano le solite serie verticali di cellule a cristalli di ossalato di calcio.

Non di rado due fasci, accostandosi, si fondono, ma non vi è mai la caratteristica saldatura dei fasci come nei tratti vegetativi del caule.

Fra i fasci collaterali trovansi sparsi numerosi fasci semplici cribrosi. Nel *P. humilis* essi sono più voluminosi che nel *P. furcatus*, posseggono una robusta guaina meccanica, in cui sono sparsi tubi cribrosi (fig. 15 *t*) e scorrono parallelamente agli altri fasci, saldandosi dopo un tragitto più o meno lungo con la porzione cribrosa dei fasci collaterali. Nel *P. furcatus* sono invece molto più numerosi, più piccoli, più irregolari, spesso sforniti di guaina meccanica ed attraversano in tutte le direzioni il parenchima fondamentale del cilindro centrale, mettendo però sempre capo alle porzioni cribrose dei fasci collaterali.

Foglia.

Non meno interessante del caule è la foglia nei *Pandanus*. Delle prime ricerche su quest'organo noi andiamo debitori al Meyen (1). Molti anni dopo abbiamo avute quelle del Van Tieghem e di parecchi altri autori, ai quali accenneremo più avanti.

Al primo esame si rendono evidenti nelle foglie di molte specie di *Pandanus*, marcatissime poi in alcune, delle disposizioni atte non solo ad impedire una soverchia perdita d'acqua per traspirazione, ma anche ad assicurarne una discreta riserva alla pianta. Queste disposizioni risiedono nell'epidermide e nei suoi stomi, nonchè in un tessuto acquifero abbastanza sviluppato.

Le cellule epidermiche, rivestite di robusta cuticola, sono piuttosto piccole ed allungate secondo l'asse longitudinale della foglia. Liscie per lo più alla loro superficie, presentano generalmente nella pagina inferiore, in corrispondenza dei punti in cui sono intercalati gli stomi, la particolarità di estrollettersi ciascuna in una o più papille a guisa di verruche. Nel *Pandanus amaryllidifolius* tale particolarità la posseggono tutte le cellule dell'epidermide della faccia inferiore della foglia, in maniera che ne risulta un aspetto abbastanza caratteristico, che io ho illustrato nelle fig. 16 e 17 (tav. III).

Gli stomi trovansi in prevalenza nella pagina inferiore della foglia, ma non mancano nella superiore, come vedremo in appresso. Degni di maggiore interesse sono però quelli della pagina inferiore, per cui fu attirata sopra di essi l'attenzione del Solla (2). In qualche

(1) Meyen, F. — *Phytotomie*. Berlin 1830.

(2) Solla, R. F. — *Contribuzione allo studio degli stomi delle Pandanacee*. Nuovo Giornale Botanico Italiano. Vol. XVI, 1884.

punto però mi sono accorto che le mie osservazioni non concordano con quelle dell'autore.

Delle 19 specie, che io ho esaminato per le foglie, quasi tutte possedevano stomi con cellule annesse fornite delle speciali verruche, a cui più sopra ho accennato. Io ho illustrato i casi che mi son parsi più belli, come quelli del *P. amaryllidifolius*, (fig. 16-18), del *P. utilis* (fig. 19-20) e del *P. Vandermeeschii* (fig. 21). Solo 3 specie mi sono risultate a cellule annesse sfornite di verruche, cioè il *P. pedunculatus*, *javanicus*, *Sanderi*. Gli stomi hanno costantemente 4 cellule annesse e non più, come invece ammette il Solla per il 2° e 3° dei tipi di stomi da esso stabiliti.

La costituzione di 3 tipi differenti di stomi è fondata dall'autore sul numero delle cellule ammesse e sulla presenza o assenza di verruche: Il 1° tipo sarebbe caratterizzato da stomi con 4 cellule annesse destituite di verruche. Ora delle numerose specie ascritte a questo tipo, e tutte da me esaminate, ad eccezione del *P. stenophyllus*, due solamente rispondono, a mio parere, ai caratteri del tipo stesso, il *P. pedunculatus* ed il *P. javanicus*, che sono i soli privi di verruche. L'errore dell'autore dipende probabilmente dal non aver egli fatto le sue osservazioni che in un solo tratto della faccia inferiore della foglia, forse nella metà inferiore di essa, anzi meglio verso la base. Nel *P. Veitchii* e *cuspidatus* ad. es., dal Solla annoverati nel 1° tipo, le cellule annesse si estroflettono in verruche nell'estremità superiore della foglia; verso la base invece sono lisce. Il 2° tipo comprenderebbe quelle specie a stomi con cellule annesse, per lo più in numero di 8, ciascuna estroflessa in una verruca; secondo l'autore, esso non conta che pochi rappresentanti. Il 3° tipo infine possederebbe, come il 2°, più cellule annesse, ma sarebbe complicato dall'intervento di altre cellule epidermiche vicine. Come ho detto più sopra, il numero delle cellule annesse è sempre 4. Il Solla si è ingannato nell'avere ascritto ciascuna verruca ad una cellula annessa, mentre effettivamente ogni cellula annessa produce parecchie verruche. Nella fig. 17, disegnata a fuoco basso, si scorge infatti che ognuna delle cellule annesse laterali ha originato cinque protuberanze, invece ognuna delle due altre messe ai capi dello stoma ne ha prodotto una sola, però molto grande. Non è raro il caso, come nel *P. amaryllidifolius*, *Veitchii*, *Van Geerti*, ecc., che le due verruche più grandi si tocchino e perfino una di esse si incunei nell'altra (fig. 16), in modo da nascondere lo stoma sottostante. In sezione trasversale (fig. 18, tav. III) si vedono le cellule stomatiche notevolmente approfondate, le cellule annesse, che colle loro verruche formano una camera anteriore dello stoma, e finalmente tutte

le cellule epidermiche con le loro papille. Nel *P. utilis* e in altre specie le cellule stomatiche sono ancora più abbassate sotto il livello esterno, e su di esse, oltre ad una camera anteriore, costituita dalle estroflessioni delle cellule annesse (fig. 20 *ac*), si forma a spese delle cellule epidermiche circostanti un grande vestibolo o cripta (*cr*). Le cellule epidermiche non si modificano però soltanto in corrispondenza dell'apparecchio stomatico ma in tutta la zona, in cui essi sono sparsi (1), alcune estroflettendosi, altre no, e precisamente le prime son disposte tutt'in giro alle seconde, sicchè si costituiscono numerosi avvallamenti, che rendono frastagliatissima la superficie (fig. 19). Nel *P. Vandermeeschii* alcune delle cellule epidermiche in corrispondenza degli stomi estroflettonsi in sorta di verruche digitate, che al microscopio mostrano un aspetto assai curioso (fig. 21). Tutte queste disposizioni, di cui la più interessante è data dalle verruche che s'incontrano proprio al disopra della fessura stomatica, per sottrarla il più possibile al contatto dell'ambiente esterno, sono manifestamente destinate a limitare la perdita di acqua per evaporazione. Contribuisce anche a questo scopo l'enorme cutinizzazione delle cellule estroflesse, nonchè la cera, che in certe specie trovasi in discreta quantità.

Ho detto più sopra che non mancano gli stomi nella pagina superiore della foglia. Devo anzi aggiungere che in taluni casi, ad es. nel *P. pedunculatus*, essi sono numerosi e dispongonsi nella metà superiore della foglia, in zone longitudinali, allo stesso modo che nella pagina inferiore. In generale però sono poco abbondanti e di solito localizzati in speciali avvallamenti, vere e proprie cripte, che, osservate ad occhio nudo, sembrano come tante punture operate sulla foglia da uno spillo. Sono manifestissime queste cripte alla base della foglia di *P. utilis*, *odoratissimus*, *reflexus*, *tenuifolius*, ecc., tanto che non sfuggirono all'osservazione del Meyen, senonchè egli non seppe interpretarle, avendole considerate come speciali soluzioni di continuità dovute a locale distruzione di cellule epidermiche. Parlando infatti della mancanza di aperture nell'epidermide, fatta eccezione delle *Hautdrüsen* (stomi), dice: « *Isolirt steht bis jetzt die Erscheinung, bei Pandanus odoratissimus, woselbst das Oberhäutchen, auf beiden Blattflächen, hin und wieder zerreisst und somit grosse, mehr oder weniger*

(1) Gli stomi nei *Pandanus*, come ha osservato il Solla, trovansi nella pagina inferiore della foglia ordinati in zone longitudinali, alternanti con altre zone, che ne son prive e che trovansi di fronte ai fasci vascolari. Tale regolarità però scompare verso la base della foglia, dove il numero degli stomi si riduce notevolmente.

regelmässige Löcher in derselben erscheinen » (1). E riporta anche due disegni abbastanza esatti in cui indica le cellule epidermiche lacerate intorno alla cavità. Se egli avesse messo il fuoco più in basso avrebbe visto che le cellule, secondo lui lacere, sono interissime e che in fondo alla cavità, costituita da un semplice avvallamento, senza alcuna distruzione di cellule, c'era un unico stoma. Tutto ciò però può scorgersi molto meglio in una sezione trasversale.

Alla riserva dell'acqua provvede, come abbiamo detto, un tessuto acquifero, che si estende sotto tutta la superficie della foglia, benchè si sviluppi maggiormente nella pagina superiore contro i fasci e raggiunga il massimo spessore in corrispondenza della nervatura mediana. Facendo agire su una sezione preparata di fresco un disidratante, ad es. la glicerina, dopo un po' si notano nelle cellule le caratteristiche pieghettature prodotte dalla sottrazione dell'acqua (fig. 22). Il tessuto acquifero non segue immediatamente all'epidermide, ma fra l'uno e l'altra è intercalato uno strato di 1, 2 o più serie di cellule allungate perpendicolarmente all'asse longitudinale della foglia (fig. 22 *ip*) con membrana per lo più lignificata sopratutto verso la base fogliare, dove le pareti assumono uno spessore considerevole interrotto di tanto in tanto da numerose punteggiature a guisa di canalicoli. Fra le cellule che costituiscono questo speciale ipoderma, ve ne sono alcune che contengono dei grossi cristalli prismatici di ossalato di calcio, meno frequentemente dei fasci di rafidi. Mai ho trovato cellule con cristalli nell'epidermide e, se il Solla (2) ammette che in alcuni casi si trovino, è perchè le cellule cristallifere appartenenti all'ipoderma, spesse volte ingrandendosi, schiacciano le piccole cellule epidermiche soprastanti e mettonsi con la loro parete esterna al livello delle cellule epidermiche attigue. A contatto con l'ipoderma, come anche sparsi nel tessuto acquifero e nei tessuti verdi, vi sono numerosi fasci di fibre concamerate, accompagnati non di rado da serie di cellule cristallifere. Questi fasci diventano più numerosi ed anche più robusti verso la base della foglia. Il tessuto verde, differenziato in palizzata nella pagina superiore e in merenchima nella pagina inferiore, si estende tutt'intorno alle grandi lacune prodotte fra un fascio e l'altro per distruzione di un parenchima con cellule a pareti sottilissime. Talora tale parenchima perdura, ma i suoi elementi sono morti e pieni di aria. Al limite interno del tessuto a palizzata trovansi delle cellule giganti a rafidi.

(1) Meyen. — *Phytotomie.* Text., pag. 97. Taf. II, fig. 2 e 3.
(2) Solla. — *L. c.*, pag. 172.

Particolarmente interessanti sono però nella foglia i fasci vascolari.

Come dissi nell'introduzione di questo lavoro, mi colpì la mancanza o almeno l'estrema riduzione ammessa dal Warburg (1) della porzione cribrosa nei fasci fogliari. Ecco com'egli si esprime: « *Die angefähr in der Mittelschicht der Blätter liegenden seitlich abgeplatteten Gefässbündel haben collateralen Bau und sind von starken Sclerenchymfaserströngen bedeckt: die Gefässen stehen in einfachen Reihen, die mit engen Tracheen beginnen und mit einem oder wenigen grosslumigen Gefässen abschliessen. In den jüngeren Gefässbündeln sind die Siebteile deutlich, später finden sich nur einzelne Reste neben den starken Faserströngen, die offenbar durch ihre Entwickelung den zarten Siebteil zusammendrücken und unkenntlich machen* ». Veramente il Warburg non fa che ripetere quello che precedentemente ha detto il De Bary (2), ma esagerandolo, in modo che l'idea di quest'ultimo è alquanto traviata. Il torto del Warburg però consiste sopratutto nell'aver voluto conciliare le idee del De Bary e del Van Tieghem, differenti fra loro, riferendo quello che ha detto il De Bary e riportando invece, ad illustrazione del fascio, la figura del Van Tieghem, la quale è inesatta, mancando in essa dal lato della porzione vascolare qualsiasi traccia della porzione cribrosa. Il Van Tieghem infatti non riuscì a scorgerla ed allora interpretò come porzione cribrosa il complesso di cellule a pareti sottili, che trovansi contro le primane vascolari. La qual cosa si desume chiaramente da quanto egli dice: « *L'absence du tissu cribreux au côté externe du faisceau, et le développement à l'autre extrémité d'un tissu semblable, qu'on retrouve en même temps que le tissu cribreux dans les Thyphacées, donnent à ces faisceaux foliaires des Pandanus une physionomie spéciale* ».

Ora il Warburg non si è limitato a riportare la figura del Van Tieghem, ma ha creduto opportuno perfino di indicare nella stessa, con la lettera S (*Siebröhren*) quel complesso di cellule contro le primane vascolari, dal Van Tieghem interpretato come porzione cribrosa.

Contro le primane vascolari invece non c'è che parenchima vascolare, i cui elementi son vivi e capaci, in certi casi, come mostrerò in seguito, di accrescersi considerevolmente. La porzione cribrosa esiste dal lato esterno della porzione vascolare ed è molto abbondante.

Il Meyen ha il merito di avere, se non descritto, giacchè ai suoi tempi ancora non si conoscevano, almeno figurato, per il primo, i tubi

(1) *L. c.*, pag. 12.
(2) De Bary A. — *Vergleichende Anatomie.* Leipzig 1877, pag. 312.

cribrosi nei fasci delle foglie dei *Pandanus*. La rappresentazione non è esattissima, ma sufficiente per mostrarci che a lui non erano sfuggiti gli elementi a pareti sottili frapposti alle fibre, che sono appunto i tubi cribrosi (1).

Lo Schwendener (2) prima e poi il De Bary (3) hanno notato l'estremo frazionamento della porzione cribrosa.

Lo Strasburger (4) si è associato alle idee del De Bary e ci ha anche dato un disegno schematico del fascio fogliare di *Pandanus* nella figura 46 della tav. V.

Ora vediamo un po' da vicino la struttura di questo fascio in una sezione trasversale operata circa alla metà della lunghezza della foglia (fig. 23, tav. IV).

La porzione vascolare ha le sue primane (*pv*) schiacciate per opera del parenchima vascolare (*pc*) le cui cellule, crescendo in dimensioni, distruggono spesso anche gli elementi vascolari posteriori alle primane, o se incontrano resistenza nelle loro pareti, vi penetrano e formano dei tilli. Nella fig. 23 un solo tracheide rimane pervio, essendo gli altri più o meno distrutti. Questo però è il caso estremo; in altri fasci possono rimanere pervii parecchi elementi (fig. 26). Chiudono questa prima porzione del fascio altre cellule del parenchima vascolare. Segue poscia una seconda porzione molto più complicata, il cui centro è occupato da un grosso elemento vascolare (*v*) circondato da una serie di cellule di parenchima vascolare e quindi da un complesso robustissimo di fibre a pareti molto ispessite e punteggiate. Sparsi in mezzo alle fibre in numero abbastanza considerevole ed attornianti il grosso elemento centrale, trovansi i tubi cribrosi, alcuni dei quali forniti di due cellule annesse (*t*). Se noi immaginiamo riuniti tutti i tubi cribrosi in una massa unica, tenendo calcolo e del loro numero e delle loro dimensioni (5), ci convinciamo subito che la porzione cribrosa è tutt'altro che esigua in confronto della porzione vascolare. La riduzione dunque ammessa dal De Bary non esiste realmente. Nè è vero che la porzione cribrosa, dapprima abbondante, venga in seguito schiacciata dalle fibre; queste non schiacciano che i tubi cribrosi più vecchi appartenenti al protofloema (*pf*). Sui lati del fascio,

(1) Meyen. — *L. c.*, taf. VIII.

(2) Schwendener. — *Das mechanische Princip in anatomischen Bau der Monokotylen*, Leipzig 1874, pag 109.

(3) De Bary. — *L. c.*, pag. 342.

(4) Strasburger. — *Histologische Beiträge*, Heft, III, pag. 420.

(5) Nel *P. furcatus* e nel *P. Pancheri* ho osservato dei tubi cribrosi che misuravano perfino 18 ed anche 20 μ di diametro! Relativamente dunque ai tubi cribrosi delle altre Monocotiledoni, sono tutt'altro che piccoli.

a metà della sua altezza, notansi due gruppi di elementi a piccolo lume e a pareti sottili (*t'*), che spesso vengono a contatto coi tubi cribrosi; accanto ad essi degli elementi a pareti piuttosto sottili ma lignificate (*v'*). In sezione longitudinale i primi (*t'*) si risolvono in cellule cambiformi, i secondi (*v'*) in corti tracheidi.

Parenchima cambiforme e tracheidi insieme servono agli scambi fra il fascio e i tessuti vicini. La solidità del fascio è assicurata da una guaina meccanica, sviluppata specialmente sul lato esterno e risultante di fibre concamerate. Dal lato interno del fascio le fibre sono a lume più ampio ed a pareti meno spesse. Numerose serie di cellule cristallifere accompagnano la guaina meccanica sopratutto dal lato esterno del fascio (*cr*); verso la base della foglia esse sono ugualmente frequenti verso il lato interno (fig. 31, tav. V *cr*). Limitate per lo più alla periferia del fascio, qualche volta le cellule cristallifere sono intercalate anche nell'ammasso di fibre, che racchiude la porzione cribrosa. L'intero fascio è cinto infine da una serie di grandi cellule costituenti la guaina parenchimatica (*gp*).

L'aspetto ordinario del fascio fogliare è quello che noi abbiamo descritto; tratto tratto però presentansi in esso delle modificazioni, che complicano maggiormente la sua struttura. Spesso ad es., oltre ai tubi cribrosi, trovansi immersi nella grande massa centrale di fibre dei gruppi talora piccoli (fig. 24 *t''*), talora molto grandi (fig. 25 *t''*) di cellule ampie a pareti sottili, isodiametriche o un po' più lunghe che larghe. Quale sia la natura e quale l'importanza di tali gruppi, che conferiscono al fascio un aspetto assai curioso, si fa dapprima fatica a stabilire. Solo in seguito allo studio del loro apparire e scomparire nel fascio, dei loro rapporti coi tessuti vicini, del loro contenuto ed infine del loro sviluppo si riesce ad interpretarli giustamente. Sono dei complessi di corti e grossi elementi cribrosi, molto irregolari, senza distinte cellule annesse e mancanti spesso perfino di placche cribrose, le quali, quando esistono, ciò che rilevasi soltanto con ingrandimenti molto forti, sono irregolarissime, essendo i fori del cribro molto slontanati fra loro. Col reattivo di Millon mettonsi in evidenza in questi elementi le sostanze albuminoidi. Osservando attentamente numerose sezioni, si scorge sempre che i gruppi di elementi cribrosi vengono a contatto coi tubi cribrosi isolati fra le fibre (fig. 24 e 25 *t''*). In un taglio longitudinale, praticato parallelamente all'asse minore del fascio (fig. 27, tav. IV *t''*), i gruppi appaiono in forma di lenti biconvesse intercalate fra gli altri tessuti. Anche qui essi vengono a contatto coi grossi tubi cribrosi del fascio (*t*). Da un'altra parte i gruppi cribrosi mettonsi in relazione con le anastomosi, che

congiungono i fasci fra loro, dimodochè ora possiamo comprendere anche la loro importanza: essi servono innanzi tutto a stabilire di tanto in tanto delle relazioni fra i diversi tubi cribrosi imprigionati nelle fibre sclerenchimatiche. Non si sarebbe potuto altrimenti capire come potessero funzionare dei tubi cribrosi così isolati e come potesse effettuarsi lo scambio delle sostanze albuminodi. Servono inoltre a permettere lo scambio fra i tubi cribrosi di un fascio e quelli di un fascio vicino, attraverso alle anastomosi. Ho studiato anche lo sviluppo di questi gruppi cribrosi: essi provengono, nel giovane fascio (fig. 30, tav. V *t''*) da gruppi di cellule grandi ed a grosso nucleo, simili a quelle che costituiscono i singoli elementi dei tubi cribrosi isolati nel fascio (*t*).

Un'altra particolarità interessante si rinviene in alcuni tratti del fascio fogliare per la comparsa di tubi cribrosi anche dal lato interno del grosso elemento vascolare centrale, che viene in tal modo completamente circondato dalla porzione cribrosa, mentre per solito lo è solamente in parte. Altre volte invece un discreto numero di tubi cribrosi trovasi sovrapposto alla prima porzione vascolare (fig. 26, *t'*) in modo che ne risulta come una specie di fascio collaterale a sé, indipendente fino ad un certo punto dal resto, che alla sua volta formerebbe come un secondo fascio con la porzione vascolare nel centro e la cribrosa alla periferia. Non si può però realmente parlare di due fasci, giacchè, a poca distanza dal punto preso in esame, la porzione vascolare più interna perde la sua porzione cribrosa. Ad ogni modo sia pure che questi caratteri si presentino come semplici eccezioni, servono nonpertanto a dimostrare che il fascio fogliare delle *Pandanaceè* è tutt'altro che un *fascio collaterale tipico.*

Dov'è infatti la costanza di posizione delle due porzioni essenziali di esso? La porzione vascolare è quasi sempre frazionata in due distinte porzioni, spesso molto lontane fra loro. Assai meno frequentemente essa si segue ininterrotta dalle primane fino agli elementi più grandi formati per ultimo (fig. 29). Molto più frazionata e con posizione abbastanza variabile, per rispetto alla vascolare, è, come abbiamo mostrato, la porzione cribrosa.

La porzione vascolare più interna risulta per solito di un solo elemento molto grande, raramente di più. Questi elementi misurano delle dimensioni ragguardevoli; nel *P. reflexus* alcuni misurano un diametro superiore ad $^1/_{10}$ di mm., tanto che sono visibilissimi ad occhio nudo. Essi sono dei colossali tracheidi a pareti rigate (fig. 27, tav. IV *v*) e lunghi quasi un centimetro, come ho potuto constatare isolandone alcuni con la macerazione di Schulze. Come nella foglia,

così nel caule e nelle radici delle *Pandanacee* non vi sono che tracheidi, mancando assolutamente i vasi.

Un fatto molto frequente è la formazione di tilli nei grossi tracheidi centrali del fascio, ed anche nei tracheidi più resistenti della prima porzione vascolare (fig. 26 e 29 *th*), mentre le primane, che con le loro pareti non possono opporre una forte resistenza, rimangono schiacciate. Tilli numerosi, oltre che nelle foglie, formansi anche nel caule e nelle radici. Conformemente a ciò che il Molisch (1) osservò in altre piante, ho constatato anch'io per le *Pandanacee* la formazione di parecchi tilli per opera d'una sola cellula parenchimatica, che si estroflette in parecchi punti della sua superficie.

L'aspetto del fascio verso la base della foglia cambia notevolmente per la sostituzione di numerosi e piccoli tracheidi al grosso tracheide centrale (fig. 28). I tubi cribrosi rimangono sempre sparsi nel potente arco fibroso, che forma il maggior sostegno del fascio: però essi provano qui un'evidente diminuzione, solo in minima parte da attribuirsi allo schiacciamento operato dalle fibre, mentre in massima parte a ciò che il loro numero diminuisce realmente man mano che il fascio fogliare s'accinge a passare nel caule. Abbiamo infatti detto più sopra che nel caule di *P. Veitchii* la porzione cribrosa è talora rappresentata da pochissimi tubi cribrosi.

Nel fascio di *P. cuspidatus* verso la base della foglia mi ha colpito un fatto assai curioso: alcune cellule del parenchima vascolare (fig. 28 *pc*) ingrossano considerevolmente e schiacciano un gran numero di tracheidi (*v*). La stessa cosa, benchè in modo meno accentuato ho osservato anche nel *P. Van Geerti*, *tenuifolius* e *amaryllidifolius*.

Queste speciali ipertrofie delle cellule possono benissimo ritenersi omologhe ai tilli, giacchè ripetono la stessa origine da cellule del parenchima vascolare, le quali invece di estrollettersi soltanto in alcuni punti per formare le caratteristiche sacche nell'interno degli elementi vascolari, crescono su tutta la superficie e vincono con la loro straordinaria tensione la resistenza opposta dai tessuti circostanti. Nella fig. 28 vedesi un gran numero di tracheidi (*v*) ridotti addirittura ad un ammasso informe. Nonpertanto le pareti degli enormi elementi sono molto sottili e solo leggermente lignificate.

(1) Molisch H. — *Zur Kenntniss der Thyllen* ecc. Sitzungsberichte der Math. Naturw. Classe der K. Akad. der Wissenschaften. Wien. Bd. XCVII I Abt. 1888, pag. 268.

Qaale sia la causa che determini l'ipertrofia delle cellule del parenchima vascolare e quale il significato, non ho potuto stabilire con sicurezza. Ciò che posso affermare è che nelle specie in cui ho constatato un tale fenomeno, esso non era prodotto accidentalmente in un solo fascio ma in tutti fasci alla base della foglia: anzi in alcuni fasci del *P. cuspidatus* la cosa era molto più esagerata di quello che io abbia rappresentato nella fig. 28. Dato ora il fatto 1° che la formazione di veri e propri tilli nelle foglie di *Pandanus* è tanto frequente, come più sopra ho mostrato, 2° che spesso tilli e cellule ipertrofiche si presentano contemporaneamente nello stesso fascio, 3° che l'origine delle due produzioni è la stessa, come abbiamo detto, si è inclinati anche a pensare che la stessa causa — a noi ancora perfettamente ignota — che determina i tilli, determini pure l'ipertrofia delle cellule al lato interno del fascio. I tilli ostruiscono gli elementi vascolari, occupandone interamente il lume (fig. 29), le enormi cellule ottengono lo stesso intento, schiacciandoli addirittura. Ponendo infine mente al luogo in cui si formano le ipertrofie, cioè alla base della foglia, si affaccia l'idea che esse possano coadiuvare, schiacciando i tracheidi, alla caduta delle foglie. Ho messo la mia spiegazione semplicemente sotto forma di ipotesi, giacchè, ripeto, nulla ho potuto stabilire con sicurezza. Se potrò avere a mia disposizione maggior copia di materiale, mi prometto di riprendere la questione.

Qualche volta anche le cellule della guaina parenchimatica del fascio si ipertrofizzano e possono anche dividersi ripetutamente, come ho constatato per un esemplare di *P. inermis*, al quale asportai una foglia quasi dalla base. Dopo qualche mese, sezionando il breve moncone ancora verde e vegeto rimasto sul caule, notai appunto che le cellule della guaina parenchimatica s'erano trasformate in un vero meristema fellogenico, che aveva prodotto una zona di sughero tutto intorno a ciascun fascio (fig. 29 *gp*). Nell'interno dei tracheidi eransi prodotti numerosi e grossi tilli (*th*). In questo caso il tentativo da parte della pianta di ostruire i fasci è ancora più evidente, giacchè oltre i tilli, che otturano gli elementi vascolari, numerose cellule di sughero prodotte dalle primitive cellule della guaina parenchimatica, vincendo la straordinaria resistenza opposta dagli elementi lignificati del fascio, riescono a schiacciarli.

Il fascio riprodotto nella fig. 29 era ancora poco modificato, ma ve n'erano degli altri ad una certa distanza da esso resi perfettamente irriconoscibili per lo schiacciamento operato dalle cellule sugherose.

Circa lo sviluppo del fascio vascolare nella foglia, ho osservato che la differenziazione delle primane vascolari e cribrose s'inizia

regolarmente agli estremi dell'asse maggiore del fascio stesso (fig. 30 *pf* e *pv*). I tubi cribrosi, che succedono alle primane, si formano isolatamente l'un dall'altro (*t*) in mezzo all'ammasso di cellule, che costituiranno le fibre del fascio adulto (*fr*) e di essi non sono distrutti che i più vecchi, come del resto avviene in generale per tutti i fasci. Quindi anche dallo sviluppo si rileva che non è giusto quanto suppone il De Bary e conferma il Warburg che i tubi cribrosi esistenti in gran numero nel giovane fascio, vengano in seguito schiacciati dalle fibre e resi irriconoscibili. Quando nel fascio già tutti i tubi cribrosi si sono differenziati e spiccano chiaramente in mezzo alle altre cellule, sia per il loro contorno poligonale ad angoli decisi, come per la colorazione più intensa, che acquistano con sostanze coloranti differenti, le fibre ed il grosso tracheide centrale non hanno per nulla ancora iniziato la lignificazione delle loro pareti.

Prima di lasciare lo studio della foglia, accennerò brevemente al percorso dei fasci in essa. Nella sua base i fasci marginali giungono dal caule estremamente ridotti sia nella porzione cribrosa che vascolare e forniti invece di una robusta porzione meccanica. A poco a poco scompaiono anche gli ultimi tracheidi ed elementi cribrosi ed il fascio vascolare, ridotto ad un semplice fascio fibroso, si accosta man mano al margine per fondersi coi tessuti meccanici ivi esistenti. Ciò si effettua però soltanto nella breve guaina della foglia. Nella lamina invece i fasci marginali solo dopo un lunghissimo percorso si esauriscono e scompaiono, fondendosi non col margine bensì col fascio vascolare più vicino. Sicchè nella lamina si forma un sistema conduttore completamente chiuso, senza la più piccola terminazione a fondo cieco.

Numerose anastomosi orizzontali o leggermente obbliqueconguingono i fasci longitudinali fra loro. Ognuna di esse, risultante di due, tre ed anche più tubi cribrosi, accompagnati dalle proprie cellule annesse, e di altrettanti tracheidi, è sostenuta dall'impalcatura che divide due lacune successive, prodotte, come dicemmo, dalla distruzione di un gran numero di cellule del mesofillo fra un fascio e l'altro. Il tessuto delle impalcature è un merenchima a cellule stellate, in mezzo alle quali, sopratutto verso la base dove esse ispessiscono e lignificano le pareti, trovansi sparse numerosissime cellule a cristalli di ossalato calcico, simili perfettamente a quelle che si osservano al di sotto dell'epidermide, nei fasci fibrosi, e nei fasci vascolari.

Verso la base della foglia i fasci, oltre alla funzione principale del trasporto degli alimenti, assumono anche un ufficio meccanico

molto importante, giacchè arricchendosi la loro guaina sia dal lato esterno che dal lato interno di un gran numero di fibre, costituiscono delle vere pareti divisorie, che, toccando quasi la pagina superiore ed inferiore della foglia, impediscono che vengano schiacciate le grandi lacune aerifere. Attorno alla guaina di ciascun fascio, disposte con grandissima regolarità, vi sono numerose serie di cellule cristallifere, che conferiscono al fascio maggiore robustezza (fig. 31, *cr*).

Radice.

La radice nelle *Pandanacee* ha molto più che il caule e la foglia attirata l'attenzione degli studiosi (1). È perciò che m'intratterrò poco su quest'organo, rilevando soltanto quelle osservazioni, che mi son parse più interessanti o non perfettamente consone con quelle degli altri autori.

Ho sezionato le radici delle 8 seguenti specie: *P. cuspidatus*, *furcatus*, *graminifolius*, *pedunculatus*, *humilis*, *tenuifolius*, *Van Geerti*, *Veitchii*. Solo però della radice di *P. graminifolius* ho potuto esaminare anche il tratto ipogeo, nel quale solamente ho trovato una epidermide più o meno manifesta. Non l'ho osservata invece nel tratto epigeo di nessuna radice, anche sezionando in prossimità dell'apice, come ho fatto per il *P. Veitchii*, essendo le cellule periferiche schiacciate e rese irriconoscibili. Il Gillain (2) ha notato

(1) Nägeli C. — *Beiträge zur wissensch. Botanik.* I Heft. pag. 30, 1858,

Van Tieghem Ph. — *Recherches sur les Aroidées.* Pag. 199, 1866.

— *Recherches sur la symmetrie de structure des plantes vasculaires*, pag. 157, 1871.

Falkenberg P. — *Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen.* Stuttgart, pag. 193, 1876.

De Bary. — *Vergleichende Anatomie*, pag. 243, 328, 376. 1877.

Olivier L. — *Recherches sur l'appareil tégumentaire des racines.* Annales des sciences naturelles. Bot. 6 série, T. II, 1880.

Reinhardt M. O. — *Das leitende Gewebe einiger anomal gebauten Monocotylenwurzeln.* Pringsh. Jahrbücher Bd. XVI, 1885.

Berthold G. — *Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation.* Erster Teil, pag. 59, 1898

Gillain G. — *Beiträge zur Anatomie der Palmen und Pandanaceenwurzeln.* Bot. Centralblatt Bd. 88, 1900.

Warburg O. — *Pandanaceae.* Das Pflanzenreich heransgeg. von A. Engler IV, 9, 1900.

Müller H. — *Ueber die Metakutisierung der Wurzelspitze und über die verkorkten Scheiden in den Achsen des Monokotyledonen.* Bot. Zeitung, 64 Jahrg. I Abt. Heft. IV, pag. 63, 1906.

(2) *L. c.*, pag. 410.

un'epidermide distinta soltanto nel *P. caricosus*. In tutte le radici però ho riscontrato un periderma talvolta abbastanza sviluppato, il quale ha origine piuttosto profonda nel cilindro corticale. Tutte le specie esaminate erano fornite nella corteccia di fasci fibrosi (fig. 32 *fr*), accompagnati o no da cellule cristallifere. L'ossalato di calcio però, oltre che in cristalli prismatici, trovasi anche in grossi fasci di rafidi. Sezionando l'apice radicale ho osservato così nel pleroma come nel periblema 2, 3 ed anche più cellule a rafidi sovrapposte in file longitudinali, con aspetto pressochè uguale alle file di cellule, che, differenziandosi, dànno origine ai vasi nelle piante che ne sono fornite. Osservando gli stessi preparati ad una distanza maggiore dall'apice, si rileva che in alcune di queste file di cellule rafidifere le pareti trasversali scompaiono e si riforma una cavità unica. Si origina in tal modo una vera fusione cellulare. Del resto anche il Poli ha osservato un'uguale fusione di cellule a rafidi nelle foglie di *Narcissus intermedius* (1).

Il parenchima fondamentale della corteccia è interrotto tratto tratto da spazi aeriferi, che, secondo le ricerche del Warburg per il *P. sylvestris*, si originerebbero schizogenicamente, senonchè dopo verrebbero ampliati dalla distruzione delle cellule circostanti (2). Anch'io nella radice di *P. Veitchii*, ho avuto l'agio di seguire lo sviluppo di siffatte lacune ed ho osservato che esse si formano a differenziazione completa dei tessuti del cilindro corticale per uno speciale processo di schizolisigenesi, giacchè al distacco di un certo numero di cellule dalle cellule attigue, segue subito l'aggrinzamento e poscia la distruzione di esse (fig. 32 *sp*).

Il cilindro centrale ha uno spessore di gran lunga superiore a quello del cilindro corticale. In una radice di *P. furcatus* che misurava più di 5 cm. di diametro 4 millimetri soli spettavano alla corteccia. Dal Nägeli e poi dal De Bary e da parecchi altri autori è stato rilevato il numero straordinariamente grande di fasci periferici cribrosi e vascolari, i quali ultimi non toccano mai l'endodermide. Il Gillain invece avrebbe ciò constatato nel P. Veitchii (3). Lo stesso autore sostiene anche che il periciclo è sempre uniseriato. Se ciò è vero per un certo numero di casi, non è la regola generale, anzi io mi son potuto convincere che il più delle volte è plurise-

(1) Pol, A. — *Contribuzione all'istologia vegetale.* Nuovo Giornale Botanico italiano. Vol. XVI, pag. 57. 1884.

(2) *L. c.*, pag. 6.

(3) *L. c.*, pag. 409.

riato. Del resto anche quando è uniseriato in un punto può diventare pluriseriato in un altro e viceversa, per cui in queste distinzioni molto spesso non si può essere soverchiamente rigorosi. Il centro del cilindro centrale è occupato da due sorta di fasci: 1° fasci puramente fibrosi, simili a quelli della corteccia, per lo più destituiti di serie di cellule a cristalli; 2° fasci contenenti oltre le fibre, che sono a pareti più sottili che nei fasci puramente fibrosi, anche tracheidi e tubi cribrosi. Il Gillain (1) ha trovato tubi cribrosi nel centro del cilindro centrale soltanto nel *P. caricosus*. Anche il Warburg per la maggior parte dei fasci centrali esclude la presenza di tubi cribrosi (2). Il De Bary (3) ammette che generalmente i tubi cribrosi sono presenti nel centro della radice, ma che in rari casi possono anche mancare. Per conto mio posso assicurare di averli trovati costantemente ed ho esaminato ben 8 specie differenti. Anzi devo aggiungere che ho sempre constatato un equilibrio perfetto fra il quantitativo degli elementi vascolari e quello dei tubi cribrosi, fino al punto che in ogni grosso fascio centrale ad un certo numero di gruppi vascolari corrisponde per lo più un egual numero di gruppi cribrosi. Ogni gruppo vascolare dei fasci centrali consta di uno, due o più tracheidi, di cui i più interni sono i più grossi, e di parenchima vascolare, che circonda il complesso dei tracheidi. In parecchie radici ho osservato che anche ad una notevole distanza dall'apice, cioè in tratti abbastanza adulti, le pareti dei grossi tracheidi rimangono sottili e poco lignificate. Nel *P. Veitchii* ho visto perfino che le pareti non si legnificano neanche, dimodochè in sezione longitudinale non si vedono neppure le tipiche sculture. Non di rado quindi accade che, non opponendo questi grandi elementi nessuna resistenza alle cellule del parenchima vascolare circostante, vengano da esse facilmente schiacciati.

Ogni gruppo cribroso risulta, allo stesso modo che i gruppi vascolari, di uno, due o più tubi cribrosi, circondati da parenchima cambiforme. Nei casi più semplici non vi sono che tubi cribrosi con cellule annesse.

I gruppi cribrosi e vascolari ad un certo momento si associano alla periferia dei grossi fasci centrali per fornire il punto d'attacco ai piccoli fasci delle radici secondarie, i quali penetrano profondamente nel cilindro centrale della radice principale, allo stesso modo che i fasci delle grosse radici aeree nel cilindro centrale del

(1) *L. c.*, pag. 410.
(2) *L. c.*, pag. 7.
(3) *L. c.*, pag. 376.

caule (1). Questi piccoli fasci di collegamento, come i fasci (fig. 13, tav. II) che collegano il sistema conduttore delle radici aeree a quello del caule, non sono semplici, ma cribro-vascolari, quantunque di struttura semplicissima. Come vedesi, vi è dunque perfetta corrispondenza fra il modo d'inserzione delle radici sul caule e quello delle radici su altre radici.

Ora noi abbiamo visto che la complicazione dei fasci del cilindro centrale del caule è intimamente legata al particolar modo d'impianto su di esso delle radici aeree: senza dubbio dobbiamo ammettere che la caratteristica struttura del cilindro centrale delle radici sia in diretta dipendenza del modo d'inserzione delle radici secondarie.

Ho voluto infine seguire alla base delle radici aeree il graduale scomporsi dei grossi fasci centrali nei piccoli fascetti cribro-vascolari, che congiungono il sistema conduttore radicale a quello caulinare. Il passaggio si effettua in un modo semplicissimo, per l'avvicinarsi di uno o più gruppi cribrosi ad uno o più gruppi vascolari dello stesso fascio centrale. A ciò segue la scomposizione del grosso ammasso di fibre in tante porzioni quanti sono i fasci cribro-vascolari originati. In definitiva si hanno tanti fasci coll'aspetto a noi già noto fin da quando abbiamo studiato il caule (fig. 13).

CONCLUSIONI.

Nel riassumere quanto abbiamo esposto nel corso del lavoro, non possiamo astenerci dal far rilevare anzitutto il particolare interesse che suscita nello studioso l'esame dell'intera struttura nei *Pandanus*, già abbastanza singolari per il loro portamento esteriore. Ogni parte è dotata di una speciale caratteristica sufficiente a farla distinguere, anche per mezzo di un semplice frammento, da parti omologhe di altre Monocotiledoni. Oltre questa caratteristica noi troviamo nelle numerose specie del genere *Pandanus* una grande uniformità di struttura, che rende difficile, se non quasi impossibile, trovare dei caratteri differenziali fra una specie e l'altra. Non a torto il Mangin (2) dice che « *su una specie di Pandanus si potrebbe completamente descrivere l'anatomia di tutte le piante della famiglia* ». A giudicare quindi

(1) La profonda penetrazione del sistema conduttore delle radici secondarie nel cilindro centrale delle radici principali è stata osservata per la prima volta da De Bary (*Vergleichende Anatomie*, pag. 328).

(2) Mangin L. — *Origine et insertion des racines adventives* etc. Ann. Sc. Nat. Bot. VI série. T. XIV, pag. 348.

dalla morfologia interna, non si esiterebbe a ritenere il genere *Pandanus* come uno dei meglio definiti e naturali delle Monocotiledoni, ed a riguardare come esagerata la necessità ammessa dal Solms (1) di doversi col tempo scomporre questo genere in parecchi altri generi. Senonchè, ponendo mente alla descrizione che il Solms e il Warburg (2) ci dànno delle parti fiorali, si rileva che per esse esistono fra le diverse specie delle sostanziali differenze, quali ad es. la variabilità nella disposizione degli stami, nel numero dei carpelli e nella loro posizione, ecc. Di fronte ai caratteri rilevati dalle parti fiorali naturalmente quelli desunti dall'interna morfologia degli organi vegetativi passano in seconda linea. Non per questo scema minimamente la loro importanza ed in una futura revisione del genere *Pandanus* non si dovrà trascurarli come si è fatto finora.

Caule — 1° Caratteristica del caule è la temporanea saldatura di due o più fasci fra loro a formare delle particolari riunioni, che noi proponiamo di chiamare, anche temporaneamente, *complessi vascolari.*

Siffatta saldatura non si effettua, come si è creduto finora, per una semplice riunione di due o più fasci qualsiansi fra loro, ma è sottoposta ad una legge ben determinata, in diretta dipendenza del modo speciale d'inserzione delle radici aeree sul caule di queste piante. Contrariamente a quello che avviene nel maggior numero delle Monocotiledoni, il sistema conduttore nelle radici delle *Pandanacee* non si arresta alla periferia del cilindro centrale del caule, ma penetra profondamente in esso. Nelle altre Monocotiledoni il sistema conduttore delle radici si collega con le estremità inferiori delle tracce fogliari del caule: lo stesso effettuasi nelle *Pandanacee*, ma, penetrando i fasci radicali profondamente nel cilindro centrale del caule, le estremità inferiori delle tracce fogliari, che devono loro fornire il punto d'attacco, dalla periferia sono costrette a portarsi di nuovo al centro. Nei complessi vascolari è facile scorgere quale dei fasci rappresenta l'estremità inferiore d'una traccia fogliare: è quello appunto che presentasi più ridotto e quindi privo di primane vascolari (fig. 6, tav. I *X*). In tal modo anche il percorso dei fasci nei *Pandanus* è costretto a deviare dal percorso tipico nelle Monocotiledoni, in quanto che una traccia fogliare, dopo

(1) Solms Laubach H. — *Pandanaceae. Die natürlichen Pflanzenfamilien.* II Teil. Abt. 1, pag. 190.

(2) Warburg O. — *Pandanaceae. Das Pflanzenreich,* herausgegeben von A. Engler. IV, 9, pag. 44.

aver percorso la curva caratteristica dello schema delle Palme, non si esaurisce alla periferia, ma ritorna verso il centro per fornire, come abbiamo detto, il punto d'attacco ai fasci radicali, e quivi si spegne.

Tale percorso non può rilevarsi dallo studio di uno scheletro di caule anche benissimo preparato, giacchè, una traccia fogliare, appena penetrata nel cilindro centrale, perde la sua individualità, perchè contrae rapporti con gli altri fasci. Quindi quelli che noi vediamo nello scheletro non sono dei fasci distinti, ma dei complessi di fasci in stadii differenti del loro percorso. Per comprendere esattamente dunque il percorso dei fasci nei *Pandanus* a noi è parso che il miglior metodo sia quello dello studio di un gran numero di sezioni in serie.

2° Per quanto riguarda la controversa questione se esiste o no struttura secondaria nei *Pandanus*, io posso affermare di nulla aver trovato che potesse interpretarsi come prodotto posteriormente alla struttura primaria, neanche in modo limitato come è stato ultimamente ammesso dal Warburg.

L'accrescimento in spessore del caule è strettamente legato all'aumento in spessore della regione apicale. Contribuiscono, benchè lievemente, ad aumentare le dimensioni del caule, i numerosi fasci che congiungono il sistema conduttore delle radici a quello del caule, e che formansi a spese del parenchima fondamentale del cilindro centrale, le cui cellule sono perciò costrette ad accrescersi e a dividersi un gran numero di volte.

3° Ho osservato che le gemme all'ascella delle foglie, contrariamente a quanto asserisce il Warburg, si originano molto presto, nello stesso tempo che dall'apice si differenzia la foglia ascellante (fig. 2, tav. I). Anzi ho potuto scorgere due gemme messe all'ascella di due foglie sovrapposte e notare che esse non trovansi sullo stesso raggio della sezione, per cui ho dedotto che la lieve deviazione dalla divergenza $\frac{1}{3}$, mostrata dalle foglie allo stato adulto, si effettua già nelle gemme, come afferma lo Schumann e non posteriormente come sostiene lo Schwendener.

Asse dell'infiorescenza — 1° Caratteristica dell'asse dell'infiorescenza è l'esistenza nel cilindro centrale di numerosi fasci semplici cribrosi, che collegano fra loro le porzioni cribrose dei fasci collaterali.

2° Notasi anche l'assenza al limite fra il cilindro centrale e corticale dell'anello sclerenchimatico tanto frequente negli scapi ed assi fiorali delle altre Monocotiledoni. Per cui non v'è nessun limite

netto fra le due regioni, ed il parenchima fondamentale dell'una trapassa senza alcuna modificazione in quello dell'altra.

Foglia. — 1° Caratteristica della foglia è la struttura del fascio vascolare, la cui porzione cribrosa è tutt'altro che ridottissima, come ammette il Warburg. Perciò non è neanche vero ciò che asserisce lo stesso autore, cioè che la porzione cribrosa, abbondante nel giovane fascio, venga nel fascio adulto resa irriconoscibile dallo schiacciamento operato dalle fibre sclerenchimatiche attigue. Fin dalla prima differenziazione del fascio dal cordone di procambio i tubi cribrosi si originano isolati l'un dall'altro (fig. 30 *t*) e non vengono schiacciate che le primane (*pf*). La posizione che occupa la porzione cribrosa rispetto alla vascolare è poco costante. Per lo più i tubi cribrosi si dispongono a ferro di cavallo intorno al grosso tracheide ultimo formato, che occupa il centro del fascio (fig. 23 *v* e *t*); non di rado però riescono a circondarlo completamente e talora perfino riunisconsi in gruppo a ridosso della porzione vascolare più interna (fig. 26 *t'*), che per lo più rimane staccata dal grosso tracheide centrale. Tenendo presente il frazionamento quasi costante della porzione vascolare e quello della porzione cribrosa, nonchè la variabile posizione di quest'ultima rispetto alla prima, ci accorgiamo che il fascio fogliare dei *Pandanus* si allontana abbastanza dal tipico fascio collaterale, fino al punto da farci dubitare se possa realmente considerarsi come tale.

2° A permettere lo scambio fra i diversi tubi cribrosi imprigionati nel potente complesso di fibre sclerenchimatiche, presentansi tratto tratto nel fascio vascolare degli ammassi, talora considerevoli, tanto da far cambiare l'aspetto solito del fascio stesso (fig. 25 *t'*), di corti e grossi elementi cribrosi, nei quali mancano le cellule annesse e perfino molte volte le piastre cribrose. Oltre allo scambio fra i diversi tubi cribrosi d'un fascio, essi permettono anche lo scambio, attraverso alle anastomosi orizzontali, fra le porzioni cribrose dei diversi fasci.

3° L'aspetto del fascio vascolare muta totalmente alla base della foglia: quivi diventa realmente un fascio collaterale, con tendenza alla riduzione della sua parte cribrosa, tendenza che si fa sempre più manifesta, allorchè il fascio penetra nel caule.

4° Oltre alla frequente formazione dei tilli negli elementi vascolari, ho notato alla base della foglia in parecchie specie (*Pandanus cuspidatus, Van Geerti, tenuifolius, amaryllidifolius*) un fatto abbastanza curioso: uno straordinario accrescimento di alcune cellule del parenchima vascolare, in seguito al quale un gran numero

di tracheidi vengono schiacciati e ridotti ad una massa informe (fig. 28 *e*). Queste ipertrofie, che per origine sono omologhe ai tilli, devono essere determinate senza dubbio dalla stessa causa, a noi ancora ignota, che determina i tilli; ma quale sia la loro importanza io non sono riuscito a stabilire. Trovandosi costantemente nelle specie suddette in tutti i fasci, alla base della foglia, si può pensare che esse cooperino insieme coi tilli all'otturamento dei fasci e quindi alla caduta delle foglie.

5° Degne d'interesse sono ancora nella foglia: α) l'esistenza in molte specie di vere e proprie cripte stomatifere verso la base della pagina superiore ed inferiore, β) le particolari disposizioni offerte dagli stomi della pagina inferiore per impedire una soverchia perdita d'acqua per traspirazione, γ) la presenza di un tessuto acquifero, sviluppato specialmente in corrispondenza della nervatura mediana.

Radice. — Caratteristica della radice è la particolare struttura del cilindro centrale in cui, oltre ai numerosissimi fasci periferici cribrosi e vascolari vi sono dei grossi fasci centrali forniti in mezzo all'ammasso di fibre di gruppi vascolari e cribrosi in eguale proporzione. Mai ho notato assenza di gruppi cribrosi in alcuno dei fasci centrali, come ammettono il Gillain ed il Warburg. Spesso anzi gruppi vascolari e cribrosi si portano al margine del grosso fascio in cui sono ammessi e si associano per fornire il punto di collegamento ai piccoli fascetti cribro-vascolari delle radici secondarie, le quali, allo stesso modo che le radici aeree sul fusto, s'inseriscono profondamente nel cilindro centrale della radice madre. Come per il caule anche per le radici la complicata struttura del cilindro centrale dev'essere dipendente dallo speciale modo d'inserzione delle radici secondarie.

Carattere comune a tutte le parti è la tendenza ad isolarsi dei singoli tubi cribrosi. Tale tendenza già manifesta nel caule, si fa più marcata nei fasci degli assi delle infiorescenze, marcatissima nei fasci fogliari. Spesso i tubi cribrosi così isolati sono forniti di due cellule annesse, raramente perfino di tre.

Un secondo carattere comune è la presenza di ossalato di calcio sotto due forme differenti, cioè di rafidi e di cristalli prismatici, come è stato osservato fin dal Thiselton nel suo lavoro sopracitato. I rafidi, contenuti in cellule talvolta colossali, trovansi sempre in rapporto con le masse di parenchima fondamentale. I cristalli prismatici, occupanti interamente il lume della cellula, in cui sono

inclusi, trovansi sempre in contatto con tessuti meccanici a pareti fortemente ispessite e lignificate (fasci fibrosi, guaine meccaniche dei fasci vascolari, tramezzi che dividono una lacuna da un'altra nelle foglie, ipodermi), aumentano o diminuiscono in dimensioni e in numero coll'aumentare o col diminuire dello spessore e della lignificazione negli elementi che accompagnano. In molte specie ad es. verso la base della foglia, dove tutti i tessuti meccanici aumentanò e s'accresce lo spessore delle pareti dei loro elementi, i cristalli diventano abbondantissimi (fig. 31 *cr*). Questa costante reciprocità fra il quantitativo di ossalato di calcio in cristalli prismatici e lo spessore e la lignificazione delle pareti dei tessuti meccanici a me sembra parli in favore di quegli autori, che sostengono serva il calcio al trasporto delle sostanze che fanno parte della membrana.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE (1)

Tavola I.

Fig. 1. — *Pandanus Veitchii.* Sezione longitudinale nell'apice del caule — Oculare 3 — Obbiettivo 1.

Fig. 2. — *Pandanus humilis.* Sezione trasversale nell'apice del caule — *ap*) apice — *G'*, *G''*, *G'''*) giovanissimi abbozzi delle gemme ascellari — Microscopio da preparazione.

Fig. 3. — *Pandanus Veitchii.* Sezione trasversale a poca distanza dall'apice del caule principale — *G'*, *G''*) due gemme messe all'ascella di due foglie sovrapposte nella medesima spirale — Microscopio da preparazione.

Fig. 4. — *Pandanus javanicus var. variegatus.* Sezione trasversale del caule mostrante la formazione del sughero — *ep*) epidermide — *ip*) ipoderma suberificato — *pr*) periderma — oc. 4 — obb. 4.

Fig. 5. — *Pandanus humilis.* Sezione longitudinale del caule nel punto in cui si distacca una foglia — *st*) strato di cellule che si disfa e determina la caduta della foglia — *pc*) parenchima alla base della foglia che suberifica debolmente le pareti — *pr*) periderma — *tr*) traccia fogliare — *fr*) fibra accompagnata da una serie di cellule cristallifere (*cr*) — oc. 2 — obb. 3,

Fig. 6. — *Pandanus Veitchii.* Sezione trasversale di un complesso vascolare nel caule — *pv*) primane vascolari schiacciate — *v*) elementi vascolari — *t*) tubi cribrosi — *cr*) cellule cristallifere — *fr*) complesso di fibre delle guaina meccanica dei fasci — *pc*) parenchima vascolare — *X*) fascio vascolare molto ridotto, su cui si impiantano i fasci radicali — oc. 3 — obb. 4.

Tavola II.

Fig. 7-12. — *Pandanus Veitchii.* Sezioni trasversali nel caule alquanto schematizzate per mostrare il percorso dei fasci — *A*) traccia fogliare da poco penetrata nel cilindro centrale — *A'* e *A''*) due altre tracce penetrate posteriormente ad *A* nel cilindro centrale — *B*) fascio periferico semplice che si addossa in seguito alla traccia fogliare (*A*) — *fc*) fascio composto — *fs*) fascio semplice — *v*) porzione vascolare — *t*) porzione cribrosa — *fr*) guaina meccanica — *la*) lacune aerifere nel parenchima fondamentale — *l*) limite del cilindro centrale — oc. 2 — obb. 2.

(1) Lenti, microscopio e camera lucida coi quali sono stati eseguiti i disegni sono della fabbrica Koristka.

Tavola III.

Fig. 13. — *Pandanus Veitchii.* Sezione trasversale di un fascio della radice nel tratto che attraversa il caule — *v*) porzione vascolare — *t*) porzione cribrosa — *fr*) fibre della guaina meccanica del fascio — oc. 3 — obb. 7.

Fig. 14. — *Pandanus humilis.* Sezione trasversale di un fascio vascolare dell'asse dell'infiorescenza — *v*) porzione vascolare — *t*) porzione cribrosa — *cr*) cellule cristallifere — oc. 3 — obb. 7.

Fig. 15. — *Pandanus humilis.* Sezione trasversale di un fascio cribroso dell'asse dell'infiorescenza — *t*) tubi cribrosi — *cr*) cellule cristallifere — *fr*) fibre della guaina meccanica del fascio — oc. 3 — obb. 7.

Fig. 16. — *Pandanus amaryllidifolius.* Epidermide della pagina inferiore della foglia vista a fuoco alto — *e*) cellule epidermiche che si estroflettono in parecchi punti della loro superficie, formando delle papille a guisa di verruche — *a*) camera prestomatica — *ac*) cellule annesse — oc. 4 — obb. 7.

Fig. 17. — *Pandanus amararyllidifolius.* Epidermide della pagina inferiore della foglia vista a fuoco basso — Spiegazione delle lettere come nella figura precedente — oc. 4 — obb 7.

Fig. 18. — *Pandanus amaryllidifolius.* Epidermide della faccia inferiore della foglia in sezione trasversale — Spiegazione delle lettere come sopra — oc. 4 — obb. 7.

Fig. 19. — *Pandanus utilis.* Epidermide della faccia inferiore della foglia vista di fronte — *cr*) cripte stomatifere — *ac*) cellule annesse con verruche — *e*) cellule epidermiche più sviluppate — *e'* cellule epidermiche meno sviluppate — oc. 3 — obb. 6.

Fig. 20. — *Pandanus utilis.* Epidermide della pagina inferiore della foglia in sezione trasversale — Spiegazione delle lettere come nella figura precedente — oc. 4 — obb. 7.

Fig. 21. — *Pandanus Vandermeerschii.* Epidermide della pagina inferiore della foglia vista di fronte — *e*) cellule epidermiche estroflesse in verruche digitate — *cr*) cripta stomatifera — *ac*) cellule annesse estroflesse in verruche — oc. 3 — obb. 6.

Fig. 22. — *Pandanus graminifolius.* Sezione trasversale in corrispondenza della nervatura mediana della foglia — *ep*) epidermide della faccia superiore — *ip*) ipoderma formato di cellule sviluppate perpendicolarmente all'asse longitudinale della foglia — *ta*) tessuto acquifero — oc. 2 — obb. 7.

Tavola IV.

Fig. 23. — *Pandanus cuspidatus.* Sezione trasversale in un fascio vascolare a metà della lunghezza della foglia — *pc*) parenchima vascolare — *pv*) primane vascolari — *v*) grosso tracheide centrale — *t*) tubi cribrosi — *t'*) parenchima cambiforme — *v'*) corti tracheidi — *pf*) protofloema — *fr*) fibre molto ispessite frapposte ai tubi cribrosi — *cr*) cellule cristallifere — *fr'*) fibre della

guaina meccanica — *gp*) cellule della guaina parenchimatica del fascio — oc. 2 — obb. 6.

Fig. 24. — *Pandanus utilis.* Porzione centrale di un fascio vascolare nella foglia, mostrante un piccolo gruppo di corti tubi cribrosi *t''*) — Spiegazione delle altre lettere come nella figura precedente — oc. 3 — obb. 6.

Fig. 25. — *Pandanus furcatus.* Porzione centrale di un fascio vascolare nella foglia, mostrante un enorme gruppo di corti tubi cribrosi *t''*) — Spiegazione delle altre lettere come sopra — oc. 2 — obb. 6.

Fig. 26. — *Pandanus reflexus.* Sezione trasversale di un fascio vascolare nella foglia, mostrante a ridosso della prima porzione vascolare un ammasso di tubi cribrosi *t'*) — *th*) tilli — Spiegazione delle altre lettere come sopra — oc. 4 — obb. 3.

Fig. 27. — *Pandanus Panckeri.* Sezione longitudinale passante per l'asse minore di un fascio fogliare — *v*) grosso tracheide — *t*) tubi cribrosi — *t''*) gruppi di corti tubi cribrosi — *pc*) parenchima vascolare — *fr*) fibre sclerenchimatiche — *cr*) cellule cristallifere riunite in serie verticali — oc. 3 — obb. 6.

Tavola V.

Fig. 28. — *Pandanus cuspidatus.* Sezione trasversale di un fascio vascolare presso la base della foglia — *v*) tracheidi schiacciati dal considerevole accrescimento delle cellule del parenchima vascolare *pc*) — *t*) tubi cribrosi — *fr*) fibre — *cr*) cellule cristallifere — *gp*) guaina parenchimatica.

Fig. 29. — *Pandanus inermis.* Sezione trasversale di un fascio fogliare in prossimità del punto in cui una foglia era stata precedentemente mozzata — *gp*) guaina parenchimatica le cui cellule, dividendosi, dànno luogo alla formazione di sughero tutto intorno al fascio — *th*) tilli — oc. 3 — obb. 4.

Fig. 30. — *Pandanus humilis.* Sezione trasversale d'un giovanissimo fascio fogliare — *pv*) primane vascolari — *pc*) parenchima vascolare — *pf*) protofloema — *t*) tubi cribrosi — *pl*) piastra cribrosa — *fr*) fibre con pareti ancora sottili — *t''*) gruppo di cellule a grosso nucleo che origineranno i corti e grossi elementi cribrosi — oc. 4 comp. $^1/_{15}$ imm. omog.

Fig. 31. — *Pandanus furcatus.* Sezione trasversale alla base della foglia — *f*) fasci vascolari con potente guaina meccanica — *cr*) serie di cellule cristallifere disposte molto regolarmente attorno alla guaina meccanica dei fasci — *l*) lacune aerifere alternanti coi fasci — *fr*) gruppi di fibre sparsi nel mesofillo — *cr'*) cellule a grossi cristalli intercalate nell'ipoderma — Microscopio da preparazione.

Fig. 32. — *Pandanus Veitchii.* Origine delle lacune aerifere (*sp*) nel cilindro corticale della radice — *fr*) fasci di fibre sparsi nel cilindro corticale — oc. 2 — obb. 7.

L'inosite delle piante

NOTA PRIMA

Ricerche chimiche del dott. MARCO SOAVE

La esatta natura chimica dell'inosite venne determinata, come è noto, nel 1887 da Maquenne (1) il quale dimostrò che essa è da considerarsi come un alcool esavalente a funzione semplice derivante dall'esametilene. Maquenne estrae il materiale necessario alle sue esperienze dalle foglie secche del noce: ma che l'inosite, la quale era stata da prima scoperta da Scherer nei tessuti animali, fosse largamente diffusa nel regno vegetale, era cosa ormai nota per le numerose ricerche venute in seguito a quelle di Vohl (1856) che l'aveva ottenuta dai fagiuoli verdi distinguendola col nome di *fascomannite* (2).

E la inosite può considerarsi infatti come una specie di mannite a catena chiusa.

Si comprende dunque come avendo l'inosite la stessa composizione centesimale degli esosi e sapore dolcigno, forse appunto per la sua larga diffusione nelle piante, sia stata per molto tempo inscritta fra le materie zuccherine, posizione che più che altro per comodità di studio le è tuttora mantenuta anche in alcuni dei migliori grandi trattati di chimica (Beilstein 3ª edizione).

Nulla sappiamo finora intorno alla storia biochimica di questo zucchero a nucleo aromatico che pare originarsi nell'atto stesso della assimilazione clorofillina. Abbiamo l'ipotesi di Crato il quale pensa che l'anidride carbonica disciolta nel succo delle foglie si idrati, per dare origine all'acido ortocarbonico $C(OH)_4$ che, sotto l'azione dell'energia solare, sarebbe capace di dare origine a un fenolo esavalente assai vicino all'inosite; ma anche di questa ipotesi manca tuttora la dimostrazione sperimentale.

A me è parso che l'argomento fosse tanto più degno di studio ora che noi sappiamo esistere assai diffuso nelle piante, e special-

mente abbondante negli organi di riserva, un composto organico fosforato capace di dare inosite.

Qeusto composto segnalato da prima da Pfeffer come facente parte dei globoidi inclusi nei granuli di aleurone, isolato da Palladin (3) dai semi di Brassica nigra, venne in seguito studiato da Schulze e Winterstein (4) al quale ultimo appunto va il merito di aver dimostrato che scaldando la sostanza in tubo con acido cloridrico fumante a 130°-140° per circa 30 ore si ottiene dell'inosite. (5) Winterstein non ha però determinato la natura del gruppo atomico organico esistente nella sostanza in questione, limitandosi a concludere che la sostanza stessa non poteva considerarsi come il sale calcico magnesico di un acido inositfosforico in cui una molecola di inosite fosse legata a una molecola di acido fosforico: e ciò in base alle cifre ottenute dalla determinazione dell'acido fosforico nel composto in esame.

Lo studio ulteriore di questa sostanza oltremodo interessante lo dobbiamo a Posternak (6) il quale potè isolarlo da tutti i semi, tuberi, rizomi e bulbi esaminati e riuscì a stabilire che essa doveva essere considerata come il sale doppio di calce e di magnesio di un *acido anidro ossimetilene difosforico*

$$O < \begin{matrix} CH \begin{matrix} \diagup H \\ - O \end{matrix} . PO\ (OH)_2 \\ CH \begin{matrix} - O \\ \diagdown H \end{matrix} . PO\ (OH)_2 \end{matrix} = C_2 H_8 P_2 O_9 ;$$

aggruppamento che non sarebbe altro che l'etere di un isomero alcoolico, CH. OH, dell'aldeide formica, COH_2, isomero incapace di esistere allo stato libero.

Scaldandolo in tubo chiuso per 3 ore a 150°-160° con acido solforico diluito al terzo, Posternak ha ottenuto da questo acido fosfoorganico una quantità di *inosite* che corrispondeva al 97,8 per cento del carbonio totale della sostanza impiegata. La reazione, secondo Posternak, dovrebbe essere espressa dall'equazione

$$3\ C_2 H_8\ P_2\ O_9 + 3\ H_2\ O = (CH.\ OH)^6\ (\text{inosite}) + 6\ H_3\ PO_4;$$

l'inosite si formerebbe dunque per condensazione di 6 gruppi CH.OH forniti dalle 3 molecole di acido fosfoorganico decomposto.

Il quale acido fosfoorganico poi, sempre secondo Posternak, prenderebbe origine nelle piante nell'atto stesso della riduzione clorofillina: normalmente l'alcool CH. OH formatosi nelle foglie sarebbe utilizzato dai cloroplasti al momento stesso della sua produzione per la sintesi degli zuccheri, degli idrati di carbonio, dell'acido anidro-ossimetilene difosforico, degli albuminoidi: se per una causa qualunque questa utilizzazione non può aver luogo, allora vi ha forma-

zione di inosite che è stata trovata infatti, quasi esclusivamente, nelle parti verdi delle piante.

Questi concetti di Posternak sull'origine del composto fosfoorganico in questione attendono, se potrà essere data, la conferma sperimentale; e per quanto si riferisce alla origine della inosite nelle piante possiamo noi accettare l'opinione sua, o piuttosto tale inosite non rappresenta già essa stessa un prodotto di scissione di qualche aggruppamento atomico più complesso? quale la sorte di quella inosite che è stata riscontrata in quasi tutti i frutti immaturi e che pare scomparire colla maturazione? può la inosite essere direttamente utilizzata dalle piante alla formazione dell'amido, degli zuccheri e in genere degli idrati di carbonio? Questi e altri ancora i problemi la cui risoluzione sarebbe di grande interesse per la stretta relazione che essi hanno colla grande funzione della assimilazione clorofillina.

Nelle esperienze delle quali rendo qui conto, mi sono proposto di studiare se nei semi in germinazione si origini inosite ed eventualmente quale parte vi abbia il composto organico fosforato di cui si è più sopra tenuto parola.

Semi di girasole (Helianthus annuus).

Ricerca dell'inosite preformata.

Ho scelto come materiale del primo esperimento i semi di girasole che, secondo Posternak, sono fra quelli più ricchi di fosforo legato al gruppo organico capace di dare inosite: e innanzi tutto ho voluto ricercare se essi contengano o meno inosite preformata.

Gr. 100 di semi sbucciati sono fatti bollire a più riprese con acqua in modo da ottenere l'esaurimento completo: l'estratto acquoso ridotto a volume di un litro circa è trattato a caldo, prima con latte di calce e poi con acetato neutro di piombo e il liquido filtrato così defecato, addizionato di qualche goccia di ammoniaca è trattato con acetato basico di piombo che, come è noto, dà coll'inosite un composto insolubile. Il precipitato raccolto dopo 24 ore, lavato, sospeso in acqua è decomposto mediante acido solfidrico e il liquido filtrato è ridotto a piccolo volume.

Questo dell' impiego successivo dell'acetato neutro di piombo, previo trattamento o non con calce o barite, e dell'acetato basico è, si può dire, il procedimento classico seguito e consigliato da tutti gli autori per la ricerca dell'inosite nei tessuti animali e vegetali.

Una porzione del liquido, proveniente dalla scomposizione del precipitato piombico con acido solfidrico, saggiato direttamente per constatare la presenza dell'inosite mediante la reazione di Scherer, ha dato risultato negativo. La reazione di Scherer si compie evaporando in una cassulina di porcellana alcuni centimetri cubici del liquido al quale si sia aggiunto un po' di acido nitrico concentrato: l'evaporazione si fa a bagno maria, a bagno di cloruro di calcio ovvero, operando cautamente, anche a fiamma diretta. Il residuo lo si umetta con soluzione di cloruro di calcio e lo si porta nuovamente a secco, con che compare una bella colorazione rosea con tendenza al rosso, più o meno intensa, a seconda della quantità di inosite presente. La reazione sarebbe ancora francamente sensibile per meno di 1 2 millig. di sostanza.

Io ho potuto persuadermi che il trattamente del residuo con qualche goccia di ammoniaca, così come è indicato nella reazione originaria di Scherer, prima di aggiungere il cloruro di calcio, è in molti casi a detrimento della purezza della reazione stessa.

Ma se la reazione di Scherer praticata direttamente sul liquido proveniente dalla scomposizione del precipitato piombico, può in molti casi dare, per la presenza dell'inosite, esito positivo, molto frequentemente invece la comparsa della caratteristica colorazione è impedita dalla presenza di una quantità ancora troppo grande di sostanze estranee. Nel mio caso speciale forse la influenza delle sostanze estranee era meno a temersi; tuttavia ho cercato di ottenere la separazione della inosite eventualmente presente, facendo bollire la parte rimanente del liquido con acido nitrico concentrato che andavo aggiungendo a goccie a goccie. L'operazione essendo fatta in pallonino munito di imbutino a rubinetto e innestato a piccolo refrigerante a riflusso, la concentrazione del liquido era mantenuta tale che l'acido nitrico aggiunto non superasse il 5 o 6 per cento; nelle quali condizioni l'inosite rimane perfettamente inalterata, mentre la maggior parte delle altre sostanze estranee vengono ossidate. Al liquido così trattato, che misurava circa 15^{cc} ho aggiunto, dopo raffreddamento, a poco a poco dall'alcool concentrato 25^{cc}, e poi dell'etere, 50^{cc}.

L'alcool prima e l'etere dopo determinarono nel liquido limpido un intorbidamento che andò man mano accentuandosi: dopo 12 ore si era depositato in fondo al recipiente uno strato sottile di una sostanza bianca pulverulenta che, raccolta poi accuratamente, non ha fornito la nota colorazione alla reazione di Scherer.

Ho descritto un po' minutamente il procedimento impiegato in questa prima esperienza, perchè esso è quello seguito in appresso

con lievi modificazioni a seconda delle circostanze e perchè saranno opportune poi alcune osservazioni, sui risultati che dal procedimento stesso è lecito di attendere.

I semi di girasole in riposo non contengono dunque inosite preformata.

Inosite che si origina per l'azione dell'acido solforico.

In altra circostanza avevo avuto occasione di constatare che la reazione che Winterstein e Posternak compiono in tubo chiuso sul composto fosforato organico e dalla quale si origina inosite, può avvenire anche se si opera in pallone a refrigerante ascendente. Ho approfittato di questa circostanza, per vedere se dai semi di girasole si poteva avere direttamente formazione di inosite.

Gr. 100 degli stessi semi di girasole sgusciati sono posti in pallone di vetro e addizionati di gr. 150 di acido solforico, diluito collo stesso peso di acqua: il pallone munito di refrigerante a riflusso è messo in bagno di paraffina, che si scalda in modo da ottenere la ebullizione regolare del liquido, che si continua per 3 ore. L'operazione si compie colla temperatura del bagno esterno, fra 135° e 145°. Dopo raffreddamento verso a poco a poco il liquido del pallone in una larga cassula di porcellana, dove è stata previamente sciolta la quantità di barite calcolata sufficiente a neutralizzare quasi completamente l'acido solforico: poichè ho cura che la reazione rimanga tuttavia leggermente acida. Si fa bollire il tutto e si filtra a caldo: si lava accuratamente il precipitato prima con acqua calda e poi sospendendolo esso stesso in acqua bollente, e il filtrato perfettamente limpido e quasi incoloro si svapora a poco più di mezzo litro.

Al liquido caldo aggiungo ora o poco a poco una soluzione di acetato neutro di piombo, in modo da precipitare le ultime porzioni di acido solforico ancora presente, filtro, rendo il liquido leggermente alcalino con ammoniaca e precipito con acetato basico di piombo. Raccolto dopo 24 ore il precipitato, lavato e sospeso in acqua, lo decompongo con acido solfidrico e il filtrato colle acque di lavaggio svaporo a piccolo volume.

Alcuni centimetri cubici di questo liquido, direttamente saggiati, forniscono intensissima la caratteristica reazione di Scherer.

La porzione maggiore di liquido addizionata di alcool ed etere, previa ebullizione con acido nitrico nel modo già sopra indicato, fornisce un precipitato bianco polverulento di cui una piccola porzione dà in modo squisitamente intenso la stessa reazione Scherer.

I semi di girasole che non contengono inosite preformata sono dunque in grado di dare inosite per l'azione diretta dell'acido solforico e pare logico ammettere che ciò debba avvenire a spese dell'aggruppamento organico fosforato del quale ci siamo più sopra occupati, e cioè dell'acido anidro ossimetilene difosforico di Posternak.

Semi germinanti.

Premesse le due esperienze fondamentali sopra descritte dirò ora dei risultati avuti dai semi in via di germinazione, per il quale scopo i semi stessi erano stati distribuiti in 6 lotti di gr. 200 all'incirca ognuno. I germinatoi sono costituiti da cassette in legno in cui è uno strato spesso di sabbia silicea lavata, cassette munite di coperchi che si adattano bene così che è possibile ottenere a volontà piantine eziolate o non.

1ª Raccolta.

(21 febbraio — 3 marzo: temperatura ambiente della camera da lavoro).

Germinazione all'oscuro. — Semi quasi tutti germinati: il fusticino perfettamente bianco misura 4, 5, fino a 10 centim: i cotiledoni di color giallognolo sono, nel maggior numero tuttora avvolti nella buccia che si lascia staccare con facilità. La radice misura 3, 4, fino a 6 centim. e anch'essa è perfettamente bianca.

Germinazione alla luce. — Piantine alquanto meno sviluppate che le precedenti: fusticini leggermente verdognoli, cotiledoni decisamente verdi.

Il materiale dei due lotti liberato dalla sabbia, diligentemente triturato è sottoposto separatamente a metodico esaurimento con acqua bollente e l'estratto acquoso è trattato nel modo più sopra descritto per la constatazione della presenza dell'inosite.

Qui occorre una avvertenza di non lieve importanza pratica, ed è che l'impiego dell'acetato neutro, previo trattamento o non con calce o barite, non dà, come ho già avuto occasione di avvertire, una sufficiente defecazione con materiali come quelli dei quali qui si tratta. Ho più volte constatato nella serie delle mie esperienze, che il liquido il quale proviene dalla decomposizione del precipitato piombico col mezzo dell'acido solfidrico ridotto a piccolo volume, dà nuovamente precipitati voluminosi e più o meno abbondanti con l'acetato neutro di piombo. Io ho avuto anche migliori risultati trattando questo liquido con soluzione di solfato mercurico che determina pur esso la formazione di precipitati voluminosi e

abbondanti, allontanando dal filtrato l'eccesso di mercurio col solfidrico e operando poi o direttamente sul liquido che così si ricava o, meglio ancora, ripetendo la precipitazione con acetato basico.

Il procedimento si fa a questo modo più lungo e laborioso, ma pur troppo parecchie volte io non ho potuto avere risultato soddisfacente che a questa condizione.

Così operando adunque io ho ottenuto, dall'esame del materiale dei due lotti di questa prima raccolta, risultato positivo in entrambi i casi: alcuni centim. cubici dei singoli liquidi dell'ultima fase del procedimento direttamente saggiati hanno fornita intensissima la nota reazione di Scherer.

Di più i liquidi stessi bolliti con acido nitrico e trattati col miscuglio alcoolico etereo hanno dato luogo alla separazione di precipitati in parte amorfi in parte cristallini dei quali una porzione relativamente esigua era sufficiente per ottenere delle reazioni molto marcate di inosite.

Del materiale residuo dall'esaurimento metodico delle piantine con acqua bollente, materiale seccato a 100°, prelevo delle porzioni di circa 40 gr. per lotto, che sottopongo separatamente all'azione dell'acido solforico, gr. 100, in apparecchio a ricadere, così come avevo operato coi semi in riposo.

Anche quì si accerta in modo molto distinto la presenza dell'inosite vuoi operando direttamente sui liquidi concentrati dell'ultima fase del procedimento, vuoi operando su piccole porzioni dei precipitati ottenuti mediante l'alcool etereo.

2ª Raccolta.

Germinazione all'oscuro. (31 febbraio-10 marzo). — Fusticini di 7, 8, 10, 12, centm. perfettamente eziolati: cotiledoni già molto ridotti, giallognoli: radice stazionaria.

Germinazione alla luce. — Fusticini di 7, 8, 10 centm. al massimo, verdi: i cotiledoni pure verdi sono tuttora turgidi. Radice con numerose radichette secondarie.

L'esito dell'esame è quì analogo a quello della prima raccolta: persiste la presenza della inosite tanto nelle piante eziolate che in quelle verdi; le reazioni qualitative praticate nel solito modo sono molto marcate.

Anche il materiale già esaurito con acqua dà, per trattamento con acido solforico, nell'un caso e nell'altro reazioni molto distinte di inosite.

Qui ho voluto anche accertare se nei precipitati di defecazione che si ottengono trattando l'estratto acquoso con latte di calce e acetato neutro di piombo, non esistano porzioni più o meno sensibili del composto capace di fornire l'inosite, il quale si fosse in parte sciolto nell'esaurimento del materiale con acqua bollente.

I precipitati di defecazione, che erano a questo scopo stati conservati a parte, li lavo accuratamente sospendendoli nell'acqua bollente a più riprese e filtrando: il primo, quello ottenuto col latte di calce, lo sottopongo direttamente all'azione dell'acido solforico, il secondo, quello ottenuto coll'acetato di piombo, lo decompongo prima con acido solfidrico, facendo poscia agire l'acido solforico sul filtrato ridotto a piccolo volume.

Nel primo caso la reazione finale dell'inosite è stata incerta: nel secondo caso invece la reazione molto tenue, se si vuole, ma caratteristica, operando direttamente sul liquido acquoso finale, fu anche meglio accertata operando sul tenuissimo precipitato avuto dall'aggiunta di alcool etereo.

Questa della presenza di piccole quantità di composto capace di dare inosite anche nei precipitati di defecazione, è una circostanza della quale bisognerà tener conto.

Ultima raccolta.

Germinazione all'oscuro (21 febbraio-14 marzo). — Le piantine sono prossime a perire. Fusticini molto esili, lunghi 10, 11, 12 fino a 15 centim. scolorati: cotiledoni pressochè avvizziti, due o tre foglioline rudimentali gialle.

Germinazione alla luce (21 febbraio-18 marzo). — Piantine con portamento tuttora discreto, ma nelle quali il vero periodo germinativo può ritenersi finito: i cotiledoni non sono ancora completamente ridotti, ma i fusticini sono già provvisti di piccole foglioline verdi: la radice principale porta numerose radichette secondarie.

La reazione dell'inosite manca affatto nelle piantine eziolate; nelle piantine verdi essa è ancora positiva, quantunque tenuissima, se praticata su porzione non troppo piccola del liquido della fase ultima dell'estrazione: l'aggiunta di alcool e etere determina la separazione di un precipitato relativamente sensibile, dal quale però non si ottiene, operando con tutte le cautele, che una reazione appena percettibile.

Dal materiale già esaurito con acqua bollente sottoposto all'azione dell'acido solforico, si ha reazione ancora positiva di inosite, quantunque oltremodo tenue, tanto dalle piantine eziolate che da quelle verdi.

Semi di cicerchia (Lathyrus sativus).

Operando con 100 gr. di semi di cicerchia ho potuto accertare che, allo stato di riposo, anche in questi non esiste inosite: gr. 100 degli stessi semi sottoposti a trattamento con acido solforico hanno dato non solo la reazione caratteristica nel liquido acquoso della fase finale del procedimento di estrazione, ma da questo liquido versato nell'alcool concentrato e bollente si potè ottenere, previa filtrazione, in seguito a raffreddamento e a riposo, la formazione di numerosi aggregati cristallini a *cavol fiore* caratteristici dell'inosite.

Non ripeterò i particolari dell'esperimento coi semi in via di germinazione che sono, in linea generale, gli stessi già descritti a proposito dei semi di girasole.

Il risultato è stato, si può dire, identico perchè tanto nelle piantine eziolate che in quelle normali, io ho potuto constatare la presenza di inosite in tutto il periodo germinativo. La reazione è mancata soltanto nell'ultima raccolta, quando le piantine erano prossime a morire nel lotto delle eziolate (28 giorni dopo l'inizio della esperienza) e già davano segno evidente di deperimento nel lotto di quelle verdi: anche qui le riserve erano completamente esaurite e le piantine ben provviste di foglioline normali avrebbero potuto incominciare a vivere di vita propria, qualora avessero avuto a disposizione la necessaria nutrizione minerale.

Il trattamento con acido solforico del materiale già esaurito con acqua ha dato, nel caso delle piante eziolate, reazione ancora positiva di inosite, quantunque appena percettibile: nel caso delle piantine verdi la reazione è ancora molto intensa, sia se praticata direttamente sul liquido dell'ultima fase del procedimento di estrazione, oppure su porzione molto esigua del precipitato ottenuto mediante l'aggiunta di alcool e etere.

*
* *

Sarebbe stato desiderabile rendere le mie esperienze più complete con opportune determinazioni quantitative, ma a questo si oppongono difficoltà non facilmente superabili.

Intanto la natura dei precipitati che si ottengono di defecazione degli estratti acquosi è tale, che non permette una separazione e un lavaggio accurato e rigoroso come sarebbe necessario: e questo specialmente se si considera che dovendo lavorare in genere con quantità non troppo piccola di materiale, i precipitati che si ottengono sono piuttosto voluminosi. Nelle mie esperienze ho procurato di ovviare

in parte a questa difficoltà, sostituendo alla solita separazione dei precipitati mediante filtri la separazione mediante centrifugazione, ciò che permette di operarne i lavaggi più rapidamente e anche in modo più completo.

Il precipitato che si ottiene coll'acetato basico di piombo non è completamente insolubile nell'acqua, e questa tendenza a sciogliersi in piccole porzioni è probabilmente accentuata e influenzata dalla presenza di sostanze estranee all'inosite, e dalla loro proporzione. L'inosite non forma composti a composizione ben definita e stabile, e di natura tale che si prestino ad una separazione quantitativa dalle sostanze estranee minerali e organiche che accompagnano l'inosite stessa, ancora nelle ultime fasi del processo di estrazione; nè la separazione diretta dell'inosite per precipitazione con alcool e etere e cristallizzazione dall'acido acetico può dare garanzie sufficienti, anche in una serie di esperienze comparative, quando dopo un procedimento così laborioso come quello descritto si arriva ad avere la inosite ancora accompagnata da tanti materiali estranei.

Per queste ed altre considerazioni, io ho creduto di dovermi limitare in questo primo ciclo di esperienze a giudicare nelle singole prove dalla maggiore o minore quantità di inosite presente, dalla maggiore o minore intensità delle reazioni qualitative praticate, per quanto era possibile, in condizioni uguali: io spero di poter ritornare sull' argomento seguendo criterii e procedimenti diversi, i quali mi permettano di seguire un po' più da vicino la storia biochimica dell' inosite nelle piante e non nel periodo germinativo soltanto.

Per ora la conclusione che si può trarre dalle mie esperienze è che nei semi esaminati di girasole e di cicerchia i quali allo stato di riposo non contengono inosite, questa compare, e in proporzioni da essere facilmente svelabile, coll'inizio della germinazione, che questa si compia alla luce o all'oscuro: è soltanto nell'ultimo periodo germinativo, quando sono esaurite tutte le riserve, che anche l'inosite scompare.

L'inosite va annoverata pertanto fra i prodotti dello scambio materiale nella vita germinativa delle piante ed è probabile che, in questo caso, debba ripetere la sua origine da quel materiale di riserva fosforganico che Posternak dimostrò doversi considerare come acido anidro ossimetilene difosforico.

La scissione di questo composto procedendo, nei semi germinanti, nello stesso senso che avviene in vitro per azione degli acidi, viene messo a disposizione dell'embrione in via di sviluppo oltre all'inosite, sostanza idrocarbonata, l'acido fosforico necessario alla forma-

zione delle nucleine, delle lecitine ecc.: tale scissione si compie lentamente e la presenza di piccole quantità di composto inalterato, capace cioè di dare inosite per azione degli acidi, è ancora dimostrabile negli ultimi stadii del periodo germinativo, quando le riserve sono completamente esaurite.

BIBLIOGRAFIA.

(1) Maquenne — *Compt rend.* Tom. 104 (1887) p. 225, 297, 1719.

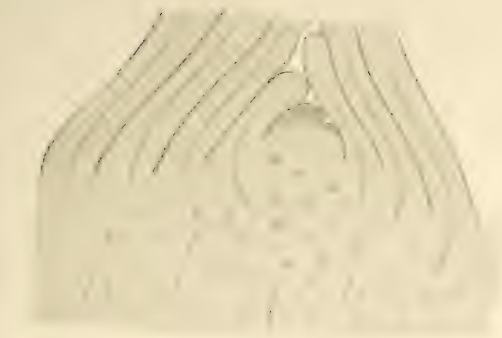
(2) Per la bibliografia dell'inosite v. fra gli altri Husemann Hilger — *Die Pflanzen stoffe.*

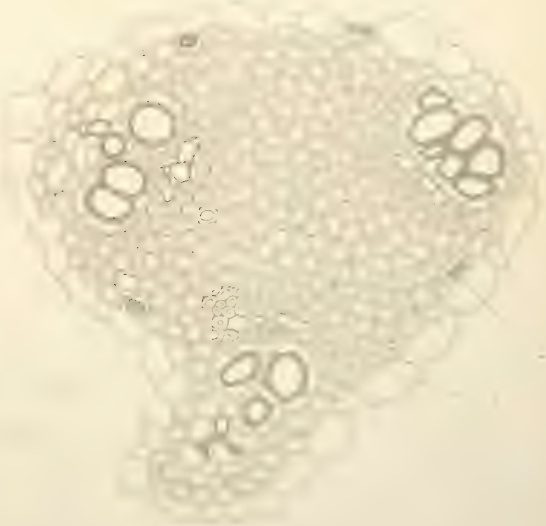
(3) Palladin W. — *Zeitsch. f. Biologie* 1894, p. 199.

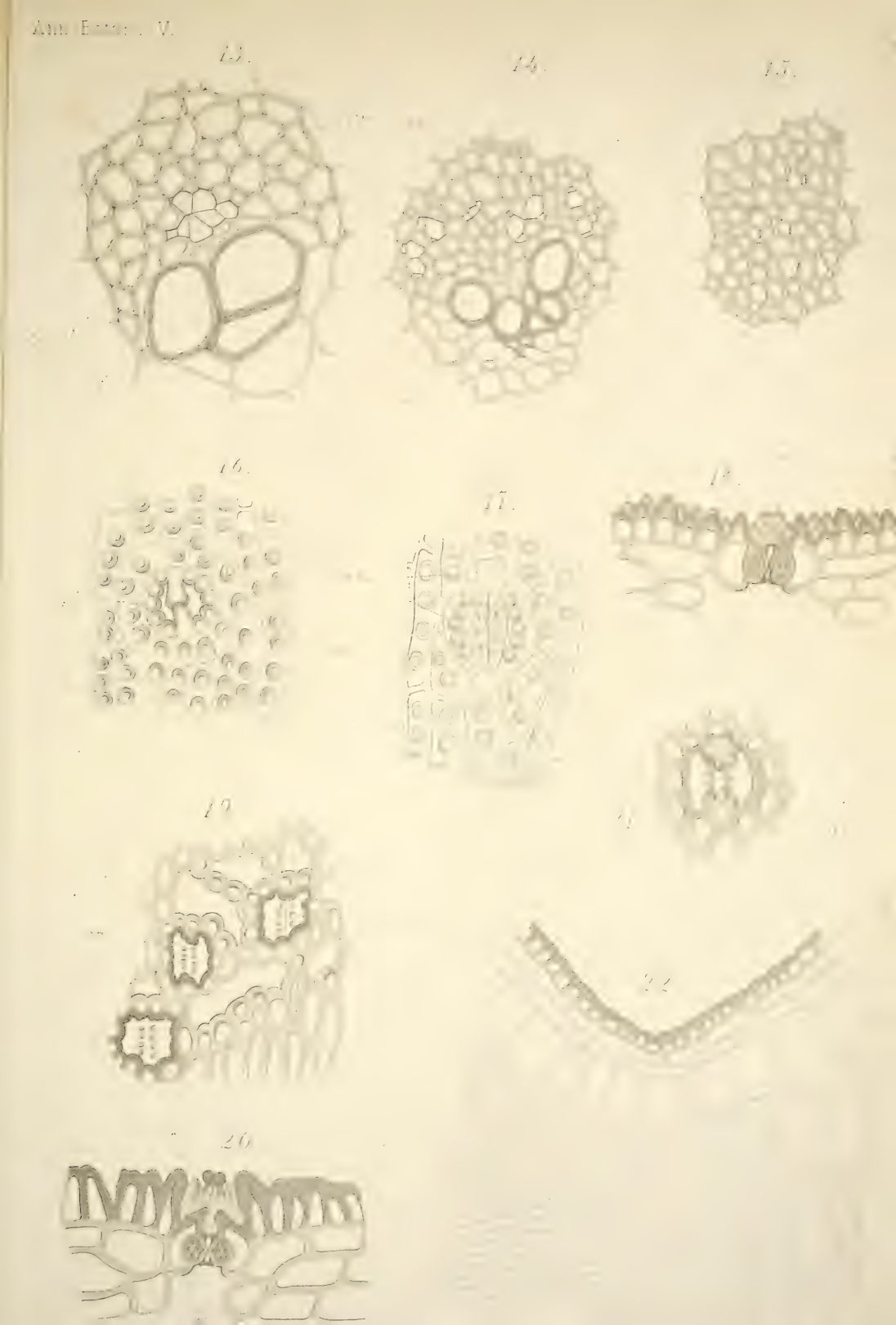
(4) E. Schulze u. E. Winsterstein. — *Zeitsch f. Phy. Chem.* 22 (1896-97), pag. 90.

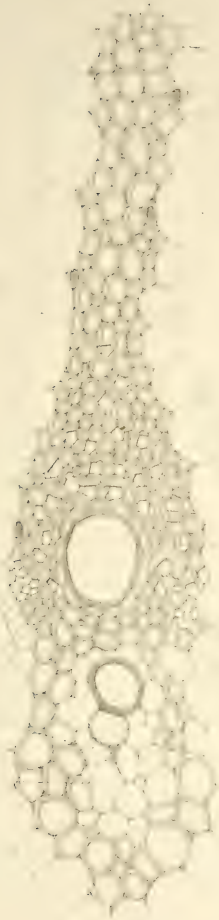
(5) E. Winterstein. — *B. Deut. chem. Gesell.* 30 (1897), 2, p. 2299.

(6) S. Posternak. — *Compt. rend.* Tom. 137 (1903), p. 202, 337, 439.



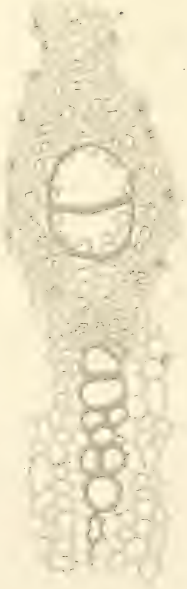



13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.

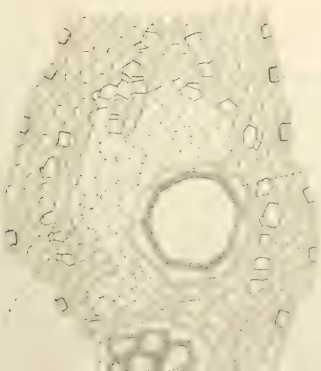


23

24



26.



25

27

Di alcune Graminacee della Somalia

del Dottor Emilio Chiovenda

Nel riordinare i materiali dell' *Erbario Coloniale* istituito presso questo R. Istituto Botanico si sono trovate parecchie Graminacee della collezione fatta dal Dr. D. Riva nella spedizione del Principe Eugenio Ruspoli, delle quali io non avevo fatto cenno nel mio lavoro di qualche anno fa (1).

Ne tratto ora perchè ritengo alcune di queste specie affatto nuove e altre interessanti per la migliore conoscenza della delimitazione dell'area di loro distribuzione.

Aggiungo cinque specie pure del paese dei Somali, ma raccolte dai chiari viaggiatori Baudi e Candeo, perchè quantunque già pubblicate, debbono essere rettificate nella loro determinazione.

Roma, 24 Giugno 1906.

Andropogon Linn.

1. **Andropogon Sorghum** Brot. subsp. **sativus** var. ♂ ♀ **abyssinicus** Hackl. *Androp.* 518.

Campi presso il Lago (Abbaca) Ruspoli 11. XI. 1893 Riva n. 1741 [1667]).

2. **Andropogon Aucheri** Boiss. var. **quinqueplumis** Hackl.: Chiov. in Ann. R. Ist. bot. Rom. V. 60.

May Denn tra Mil Mil ed Imi (Ogaden) in luoghi aridi e deserti 16. I. 1893 (Riva. n. 858 [350]).

3. **Andropogon annulatus** Forsk.

= *A. ischaemum* var. *radicans* Chiov. (non Hackl.) in Ann. R. Istit. bot. Rom. V. 60.

Luoghi arenosi e sabbiosi e presso i coltivati di *dura* sulle sponde del Ganana a Marro Mogala Umberto I 14-20. III. 1893 (Riva n.

(1) Chiovenda E.: in Annuario del R. Istituto Botanico di Roma, vol. VII (1898) 58-78, tav. III-VII.

755 [638]); letto del torrente Danna tra Mil Mil e Imi (Ogaden) 17. I. 1893 (Riva n. 870 [376]); discesa da Burgi verso Savata vallata del fiume Jagan (Omo) 20. XI. 1893 (Riva n. 1739 [1670 bis]).

4. **Andropogon glabriusculus** Hochst.: A. Rich. *Tent. Abyss.* II. 468; Hackl. *Androp.* 616; Steud. *Syn. Gram.* I 387. n. 293.

Giaribulè in luoghi erbosi 20. IX. 1893 (Riva n. 1719 [1387]).

5. **Andropogon Schimperi** Hochst.

Da Biddume ad Alghe in luoghi erbosi e boschivi 15. IX. 1893. (Riva n. 1442 [1303]).

6. **Andropogon lepidus** Nees.

Lungo il Uaremmi Vallata di Coromma a Duaya. 7. X. 1893 (Riva n. 727 [1561]).

LATIPES Kunth.

7. **Latipes senegalensis** Kunth.

= *Tragus racemosus* A. Terracc. (non Hall.f.) in Bull. Soc. bot. It. (1892) 426. n. 40.

Gerar-Amaden IV. (1891 Baudi e Candeo).

Osservazioni. — Questo esemplare differisce lievemente pei pedicelli dei fascetti di spighette più brevi e relativamente più larghi e per le lamine più brevi fortemente convolute.

PANICUM Linn. p. p.

8. **Panicum Crus galli** Linn. var. **polystachyum** Munro f. **mutica** Chiov. l. c. 63.

Torrente Danna tra Mil Mil e Inù (Ogaden) 17. I. 1893 [Riva n. 863 (363)].

9. **Panicum colonum** Linn.

Sulla riva sinistra del Ganana a Marro Umberto I. Aprile 1893 [Riva n. 804 (688)]; Sulle sponde del Ganana a Marro Umberto I. 13-20. III. 1893 [Riva n. 819 (639)].

10. **Panicum ozogonum** Steud. *Syn. Glum.* I. 68. n. 423.

Nell'alveo del torrente Danna (Ogaden) tra Mil Mil e Web Karenle, 16. I. 1893 [Riva n. 925 (359)].

Osservazioni. — Specie assai prossima al *P. Schimperianum* Hochst. colla quale ha di comune la caratteristica dei culmi ramificati duri e suffruticosi e le lamine densamente velutine.

11. **Panicum hygrocharis** Steud.

Lago di Ermoi 22. VII. 1893 [Riva n. 1666 (922)]; stagni di Berry 15. VII. 1893 [Riva n. 1638 (894)].

12. **Panicum numidianum** Lam.

Sulle rive del Ganana a Marro Umberto I. 1. IV. 1893 [Riva n. 811 (193)].

13. **Panicum maximum** Jacq.; Chiov. in Ann. R. Ist. bot. Rom. VII. 64.

Adama-Cioma 28 VII. 1893 [Riva n. 1652 (929)].

14. **Panicum Hochstetteri** Steud. var. **gracilis.**

Culmi breviores, debilissimi, valde decumbentes; laminae orato-lanceolatae, flaccidae, apice vix acutae, marginibus ± crispulis subtus hirtae. Spiculae virides, glumis acutissimis, paulo longioribus densius hirtis pilis basi granulosis.

Villaggio di Burgi (Hamara) nei luoghi aridi e franosi 11. XI. 1893 [Riva n. 1519 (1641)].

Osservazioni. — Differisce notevolmente ad un esame superficiale di paragone colla specie tipica per le glume tutte più acute, e per le lamine in proporzione più brevi e larghe ed un aspetto più debole di tutta la pianta.

Però i rapporti di lunghezza tra le glume, la struttura e forma del fioretto e specialmente gli orli bianco-membranosi delle glume, presso l'apice, mi hanno consigliato a non separarla.

Per il carattere delle glume più acute questa varietà avvicina il *P. Hochstetteri* Steud. al *P. lepidum* Hochst. specie pur anco inedita e caratterizzata per avere la gluma I assai breve e le altre all'apice attenuate cuspidate, meno quella del fioretto ☿ che è piuttosto ottuso (1).

(1) Ritengo necessario qui descrivere questa nuova specie:

Panicum lepidum Hochst. ap. W. Schimper *Pl. Abyss.* ed II Hohenack. (1852) n. 2020.

Annuum; culmi tenues et debiles, decumbentes, replicato-ramosi, undique pilosi sed praecipue in nodis et ad apicem sub inflorescentiam. Vaginae laxae, internodiis breviores, undique pilis patulis basi minute granulosis pilosae, ore praecipue in loco ligulae densius pilosae; laminae lanceolatae, basi rotundatae vel subcordatae, apice acutissimae, flaccidissimae, nervo mediano crassiusculo albido, nervi reliqui parum sensibiles. Panicula ovato-lanceolata; rhachis subtrigona, aliquantum flexuosa, undique et etiam pedicelli pilis albis tenuibus, patentibus, basi minute granulosis sparsa.

Spiculae parvae 1,5 mm. longae, pedicellis multo longioribus, Gluma I. brevissima vix ½ spiculae longa suborbicularis, membranacea, basim spiculae annulatim fere cingens; II. ovata, valde concava, apice caudato-attenuata, acutissima 7-nervia, nervis crassis, dorso undique pilis patulis praedita; III ovata, apice acuta, quam II brevior, sed reliquo idem, palea florem ☿ fovens anguste elliptica, membranacea, gluma sua brevior; flos ☿ ovatus apice obtusiu-

15. **Panicum pinifolium** Chiov.

Perennis. Culmi erecti elongati basi simplices, apice dense fasciculato-ramosi: nodi creberrimi in vaginis obsoleti, glabri. Internodii breves 0, 5-4 cm. longi, cylindrici, laevissimi, 2-3 mm. crassi. Vaginae strictissimae glaberrimae superne minute striatae: ad os auriculis parvis rotundatis vix conspicuis: ligula brevissima, densissime ciliolata: laminae, sessiles lineares angustissimae, patulae numerosissimae, arcte conculutae, glaberrimae, laeves longitudinaliter tenuiter striatae, apice obtusiusculae, basi obtusae, non amplexantes. Rami et ramuli numerosissimi, graciles, dense fasciculati et ob folias intricatas et fere contextas fasciculos obconicos densissimos praecipue in exemplaribus vetustis in quibus saepe plures sunt in eodem caule, seriatim positos. Inflorescentiae parvae ad apices ramulorum, foliis breviores vel vix superantes et in fasciculis ramulorum parum evidentes: rhachis, rameli et pedicelli filiformes angulato-sulcati, laeves eximie flexuosi: spiculae pedicellos aequantes vel vix longiores, glaberrimae, ellipticae obtusae, 2-5 mm. longae 1-5 mm. latae, flavescentes. Gluma I dimidiam spiculam aequans subrotunda, ample basim spicularum involvens, apice vix acuta, nervo mediano crassiusculo evidentissimo et 4 lateralibus subevanidis; gluma II 2,5 mm. longa, ampla, apice obtusa, exquisite 5-nervia; gluma III forma et mensuribus ut II paleam fovens sed cum nullo rudimento flosculi. Gluma IV cartilaginea, flava, nitidissima, ovato-lanceolata basi obtusa, apice obtusiuscula paleam fovens cum flore ☿.

Kiunga nella costa del mare Indiano tra Brava e Zanzibar 28. III. 1894 (Riva, n. 1909-1869).

MELINIS P. B. (sensu reform.).

16. **Melinis ruficoma** (Hochst.).

= *Tricholaena ruficoma* Dur. et Schinz: Chiov. in Ann. R. Ist. bot. Rom. VII. 67.

sculus, quam gluma III parum brevior, albidus, undique nitidissimus et laevissimus.

Abyssinia: Djeladjeranne (Schimper).

Nell'Erbario Cesatiano presso l'Istituto botanico di Roma due sono gli esemplari preparati dallo Schimper: uno ha il cartellino impresso a litografia eccettuato il numero e il nome di calligrafia di Hohenacker, colla scritta:

« W. Schimper Pl. Abyss. Ed. II Hohenack. 1852, 2020.
Panicum lepidum Hochst ».
Prope Dscheladscheranne.

L'altro esemplare porta due cartellini uno colla scritta eguale alla suddetta e di pugno di Hochstetter: in lapis: *821*, e in inchiostro: *Panicum lepidum Hochst. In prioribus collectionibus non editum. Prope Djeladjeranne.*

Coromma (Hamara Burgi) luoghi erbosi 9. XI. 1893 (Riva numero 747-1621).

SETARIA P. B.

17. **Setaria verticillata** (Linn.) P. B. subsp. **aparine** (Steud.) Asch. u. Schwf.: Chiov. ap. Pirotta *Fl. Col. Eritr.* 36.

Letto del torrente Danna tra Mil Mil e Inù (Ogaden) 17. I. 1893 (Riva. n. 868-378); Burgi (Hamara) nei coltivati di Dura 11. XI. 1523-1653).

PENNISETUM C. L. Rich.

18. **Pennisetum orientale** A. Rich. var. **altissimum** (Hochst.) Chiov. in Ann. R. Ist. bot. Rom. VII. 66.

Letto del Danna tra Mil Mil e Inù (Ogaden). 17. I. 1893 (Riva. n. 864-372).

19. **Pennisetum ciliare** Lk.

Letto del torrente Danna tra Mil Mil e Inù (Ogaden) 17. I. 1893 (Riva n. 869-377); pianura di Savati lungo il Sugan (Omi) 25. XI. 1893 (Riva n. 1734-1685).

CENCHRUS L.

20. **Cenchrus biflorus** Roxb.

= *C. montanus* Nees: Chiov. ap. Pirot. *Fl. Col. Eritr.* 45.

Presso le rive del Ueb Karenle in luoghi erbosi 26. I. 1893 (Riva n. 977-480).

SPOROBOLUS R. Br.

21. **Sporobolus somalensis** Chiov. in Ann. R. Ist. bot. Rom. VI. 169. tab. XII.

= *S. species* A. Terracc. in Bull. Soc. bot. Ital. (1892) 426 pro parte.

Gerar-Amaden aprile 1891 (Baudi e Candeo).

Osservazioni. — Aggiungo queste osservazioni a quelle contenute nella descrizione da me data, le quali possono servire a far meglio conoscere questa specie: le guaine infime sono assai brevi e prive di lamina, e quasi embriciate, le lamine fogliari sono munite in tutta la pagina superiore, sugli orli nella pagina inferiore presso l'inserzione alla guaina di lunghi peli setosi bulbosi; sono percorse da fitte nervature per cui sembrano minutamente striate, i margini sono strettamente cartilaginei, le glume sterili sono ialine disuguali di lunghezza, la I lunga $^3/_4$ della spighetta, la II $^4/_5$, la III ovata è ottusa all'apice e sul dorso ha una larga macchia violacea, mentre gli orli sono ialini.

22. **Sporobolus Ruspolianus** Chiov.

Perennis, caespitosus: culmi erecti vel adscendentes, tenues, duri, pallide virentes, cylindrici, undique laevissimi et glaberrimi, basi vaginis aphyllis, brevissimis, albidis, subimbricatis tecti; crebre nodosi et iterate ramosi. Vaginae breves dimidium internodiorum vix aequantes, strictissimae, dorso laeviter carinatae, minutissime striolatae, glaberrimae praeter ad faucem ubi loco ligulae pilosulae: laminae breves lanceolatae, planae, basi rotundato-semiamplexantes, apice acuminatissimae glaberrimae laeves, longitudinaliter striolatae, 3-10 cm. longae, 2-4 mm. latae. Paniculae parvae (3-7 cm. longae, 1-2 cm. latae) lanceolatae, a vagina suprema parum exsertae, ramis solitariis erecto-patulis et sepissime sursum incurvis a basi in ramulos solitarios tantum in latere exteriori, ramuli densissime sed tantum in latere exteriori spiculiferis; ramo infimo $^1/_5$-$^1/_3$ paniculae longo. Pedicelli brevissimi stricte ramulis adpressis vix 0,2 mm. longi, scaberuli. Spiculae minutae 1 mm. longae, 0,8 mm. latae, lineares acutissimae, pallidae, undique scabrulae. Glumae steriles uninerviae ovatae, subaequilongae, apice late acutae, membranaceae dimidiam spiculam subaequantes: gluma III ovato-lanceolata, obtusiuscula, minute trinervia: palea glumam III aequans; caryopsis minutissima linearis.

Luoghi sabbiosi lungo il Danna verso il Ueb Karenle 19 gennaio 1893 (Riva. n. 1057-383).

Osservazioni. — Specie per la piccolezza delle spighette e per lo stato avanzato di maturazione difficile a studiarsi e per quante osservazioni su esse ho fatto, non mi è stato dato trovare traccia di rudimento della rachilla. L'infiorescenza a primo aspetto per i suoi rami densi di spighette tutte portate esternamente e sempre ± arcuati verso l'alto, ha un aspetto che rammenta assai quello della *Pogonarthria falcata* Rendl. solo che è pianta in ogni sua parte assai più piccola.

23. **Sporobolus indicus** (Linn.) RBr.

= *Sporobolus species* A. Terracc. in Bull. Soc. bot. Ital. (1892) 426 pro parte.

Gerar-Amaden aprile 1891 (Baudi e Candeo).

24. **Sporobolus agrostoides** Chiov. in Ann. R. Ist. bot. Rom. VII. 67. tab. V.

Malcarì sul Ganana luoghi erbosi 25. I. 1894 (Riva n. 1779-1777); Marro Magale Umberto I, sulle spiaggie sabbiose del Ganana 8. IV. 1893 (Riva n. 791-668).

25. **Sporobolus glaucifolis** Hochst.

Ueb Karenle luoghi erbosi 26. I 1893 (Riva n. 1008-464).

26. **Sporobolus stachydanthus** A. Rich.

Annuus, dense caespitosus. Radicis fibris flexuosis, glabris, tenuibus, albidis. Culmi simplices geniculato adscendentes, 4-8 nodi, internodii cylindrici glabri vaginis breviores vel vix longiores. Vaginae laxae sulcato-striatae undique pilis tenuibus longis albis sparsis, simplicibus vel secus nervos crassiores basi tuberculatis: ligulae brevissimae membranaceae, margine minute ciliolato. Laminae lineares basi rotundatae, in sicco longissime acuminatae et convolutae undique pilis longis albis sparsae basi minute bulbiferis. Inflorescentia spiciformis, linearis 4-12 cm. longa, 7-12 mm. lata, pallidissima et nitens. Rami brevissimi fasciculati et stricte adpressi a basi spiculiferis, flexuosi, scabrulis. Pedicelli spiculis aequilongis vel brevioribus, flexuosi scabruli. Spiculae, lanceolatae, membranaceae pallide flavescentes glaberrimae, nitidae, Gluma I $^2/_3$ spiculae longa ovata, lata acuta, II ut III longa ovato-lanceolata acuta: palea glumae III aequilonga, apice rotundata. Stamina 3 antheris 0,3 mm. longis, Caryopsis ellyptica, cum pericarpio glutinoso evidentissimo.

Gobo Duaya nella vallata di Coromma in luoghi freschi ed erbosi lungo il Naremma. 7. X. 1893 (Riva n. 731-1517).

Aristida L.

27. **Aristida Adscensionis** Linn.: Chiov. ap. Pirot. *Fl. Col. Eritr.* 46.

Ueb Ruspoli verso Calalao in luoghi erbosi 26. II. 1893 (Riva n. 998-570); monti di Coromma 7. XI. 1893 (Riva n. 1533-1615).

28. **Aristida Sieberiana** Trin. ap. Spreng. *Neue Entdeck.* II. 61; Trin. et Rupr. *Stip.* 160; Steud. *Syn. Gram.* 143 n. 118; Stapf. ap. This. Dyer *Fl. Cap.* VII. 560.

Irme sul Daua 7. VI. 1893 (Riva n. 1623-831).

29. **Aristida hirtigluma** Steud.

Ueb Karenle 24. I. 1893 (Riva n. 1033-453).

Crypsis Ait.

30. **Crypsis vaginiflora** Opiz.

Nelle arene della sinistra riva del Ganana a Marro Umberto I. Marzo-aprile 1893. (Riva n. 802-689).

Avena L.

31. **Avena abyssinica** Hochst. var. **granulata** Chiov. ap. Pirotta *Fl. Colon. Eritr.* ined.

Coromma (Hamara Burgi) nei coltivati a Dura 3. XI. 1893 (Riva n. 1548-1595).

CYNODON C. L. Rich.

32. **Cynodon glabratus** Steud.

Letto del torrente Danna tra Mil Mil e Inù (Ogaden) 17. I. 1893 (Riva n. 866-374).

CHLORIS Sw.

33. **Chloris multiradiata** Hochst.

Sulla sinistra riva del Ganana a Marro Umberto I. IV. 1893 (Riva n. 803-601), nei coltivati di *dura* sulle sponde del Ganana a Marro Umberto I. 14-20. III. 1893 (Riva n. 755-638).

34. **Chloris myriostachys** Hochst: Chiov. in Ann. R. Ist. Bot. Rom. VII (1898) 74.

Salulè 30. XII. 1893, (Riva n. 1699-1766).

35. **Chloris Gayana** Kunth.

Pianura di Savati sulla sponda del Sagan (Omo) 25. XI. 1893 (Riva n. 1761-1684).

DACTYLOCTENIUM Willd.

Dactyloctenium seminipunctatum Courb.

Letto del torrente Danna tra Mil Mil e Inù (Ogaden). 17. I. 1893 (Riva n. 877-381).

ELEUSINE Gaertn.

36. **Eleusine multiflora** Hochst.

Villaggio degli Hamara Burgi in suolo arido e franoso 11. XI. 1893 (Riva n. 1489-1658).

TRIPOGON Roth.

37. **Tripogon subtilissimum** Chiov.

= *Andropogon circinatus* A. Terracc. (non Hochst.) in Bull. Soc. bot. Ital. (1892) 426, n. 42.

Perennis, densissime caespitosa. Vaginae inferiores integrae, membranaceae, striatae, griseae; laminae subtilissimae filiformes, flexuosae, arcte convolutae, subcylindricae, angulis obtusissimis, culmos aequantes vel parum breviores, glaberrimae, apice extremo acutissimo; ligulae longe albo ciliatae. Culmi filiformi a basi erecti 3-5 nodi, nodi ad basim adpressis, cum spica 10-20 cm. longi.

Spica 8-10 cm. longa tenuissima vix 1 mm. lata, laxiuscula rhachis trigona, angulis acutissimis et anguste alatis, cum alis basim spicularum occultantibus, glabra, sed angulis scabra.

Spiculae minimae cum aristis 4 mm. vix metientes, triflorae cum flore superiori tabescente. Glumae steriles uninervae inaequales I ovato-

linearis angustissima $^2/_3$ *secundae longa, II apice acuta denticulata, glumas fertiles (praeter aristas) parum superans, nervo mediano scabro. Glumae fertiles ovato-lineares 2 mm. longae, trinerviae, nervis apice in aristas tres eximias excurrentes, quarum mediana glumas aequat laterales parum breviores, valde denticulato-scabrae, inter aristas lacinulae desunt.*

Somalia: Gerar-Amaden. Aprile 1891 (Baudi e Candeo).

Osservazioni. — Dalle altre specie africane finora pubblicate è distintissima questa per la lunghezza delle areste apicali, per il quale carattere si avvicina ad alcune specie delle Indie Orientali e specialmente ai *T. capillatus* Jaub. et Spach e *T. filiformis* Nees.

PAPPOPHORUM Schreb.

38. **Pappophorum molle** Kunth.

= *P. brachystachyum* var *pilosum* A. Terracc. in Bull. Soc. bot. Ital. (1892) p. 426. n. 41.

Gerar-Amaden. Aprile 1892 (Baudi e Candeo).

PHRAGMITES Trin.

39. **Phragmites communis** (L.) Trinius var. **isiacus** (Delile) Cosson: Chiov. in Ann. R. Ist. Bot. Rom. VII (1898) 77.

Sponda dell' Uebel Karenle 26. I. 1893 (Riva n. 982-462); Ela Meda lungo il Ueb Ruspoli 24. I. 1893 (Riva n. 1840-562).

HALOPYRUM Stapf.

40. **Halopyrum mucronatum** (Linn.) Stapf ap. Hook. *Icones Pl.* XXV. (1896) Tab. 2448.

= *Uniola mucronata* L. *Sp. Pl.* ed. II (1762) 104.

= *Eragrostis mucronata* Roem. et Schult. *Syst.* II. 577; Schweinf. *Samml.* (1896). 43.

= *Desmazeria unioloides* Deflers *Voy. Yem.* 220.

= *Triticum repens* Twait. *En. Zeyl.* 376.

= *Brizopyrum mucronatum* Nees ap. Wall. *Cat. herb. Ind.* n. 8898.

Kiunga sulla costa dell' Oceano Indiano 28. III. 1894 (Riva n. 1906-1866).

ERAGROSTIS Host.

41. **Eragrostis namaquensis** Nees.

Sulle rive sabbiose e melmose del Ganana a Marro Magala Umberto I. IV. 1893 (Riva n. 807-687); Ueb Ruspoli a Caiammo luoghi erbosi 27. II. 1893 (Riva n. 1018-585).

42. **Eragrostis multiflora** (Forsk.) Aschers. α. **genuina** Chiov. ap. Pirotta *Fl. Col. Eritrea* inedita.

Marro Umberto I. III-IV. 1893 (Riva n. 690): sulla sponda destra del Ganana a Marro Umberto I. nei coltivati di *Dura* 14. II. 1893 (Riva n. 756-645).

β **glandulifera** Chiov. Inedita ap. Pirotta *Fl. Colon. Eritrea.* Fasc. III.

Letto del torrente Danna tra Mil Mil e Imì (Ogaden) 17. I. 1893 (Riva n. 865-373).

43. **Eragrostis ciliaris** Link.

Ueb Ruspoli a Cajammo luoghi erbosi 27. II. 1893 (Riva n. 994-583).

44. **Eragrostis aethiopica** Chiov.

Sulla riva sinistra del Ganana a Marro Umberto I. IV. 1893 (Riva n. 806-687 *bis*).

I glucosidi cianogenetici delle piante e la utilizzazione dell'azoto delle riserve

Ricerche del dott. Marco Soave

Le comunicazioni di Guignard alla Société Nationale d'Agriculture de France prima (seduta 14 febbraio 1906) e all'Académie des Sciences poi (1) (seduta 5 marzo), le pubblicazioni dei professori Schribaux e Mallèvre dell'Istituto nazionale agronomico (2) hanno richiamata in tempo, pare, l'attenzione del pubblico sopra la comparsa nel mercato europeo, e specialmente su quello francese, di una quantità considerevole di semi di Phaseolus lunatus L. e sui gravi pericoli ai quali si sarebbe andati incontro adibendo tali semi alla alimentazione. I semi erano offerti ad un prezzo relativamente molto basso, sotto il nome di piselli o fagioli di Giava e come tali o con altro nome erano giunti già a Rotterdam dalle Indie nel marzo del 1905 ed avevano dato luogo ad avvelenamenti gravi, seguiti anche da morte di uomini e animali.

Il principio tossico che si origina dai semi del Phaseolus lunatus era noto essere dell'acido cianidrico; però questa circostanza ha dato luogo non soltanto a nuove ricerche le quali sono dei pregevoli complementi agli studi chimici del Phaseolus lunatus stesso (3), ma ciò che non è privo nemmeno di importanza pratica, sono state fatte e compariranno probabilmente ancora delle accurate e istruttive rassegne intorno a tutti i prodotti vegetali i quali contengono acido cianidrico libero, o quasi libero, o sotto forma più stabile glucosidica o di altra natura.

Si è così messo in luce che questo principio è nel regno vegetale molto più diffuso di quanto ancora pochi anni sono non si sospettasse, e che possiamo riscontrarlo nelle stesse piante che più facilmente e più soventi sono coltivate a scopo di mangime per il bestiame.

Per chi si occupa della chimica delle piante il Phaseolus lunatus era noto oltre che per le ricerche di Dunstan e Henry che ne estrassero la faseolunatina, specialmente per quelle publicate lo scorso anno da Treub, il quale, sperimentando con questa pianta, ha potuto portare prove sicure a sostegno della ipotesi che era la conseguenza dell'altro magistrale lavoro sul Pangium edule; e cioè che l'acido cianidrico rappresenta in queste piante il primo prodotto riconoscibile della assimilazione dell'azoto.

In questo lavoro Treub mi fa l'onore di ricordare le mie ricerche sulle mandorle amare e dolci: nelle quali ricerche io avevo dimostrato che l'acido cianidrico rappresenta una delle forme di trasformazione e di migrazione dell'azoto delle riserve delle mandorle amare e non soltanto per la parte corrispondente alla amigdalina preesistente; e che anche nelle mandorle dolci, prive di amigdalina, questa compare e con essa l'acido cianidrico appena si inizia la germinazione.

Una conferma di questo fatto ho ora ottenuta dai semi del Mespilus japonica Thbg. i quali contengono, secondo antiche ricerche di Ballard, amigdalina (5).

Ricerca dell'acido cianidrico libero. — I semi impiegati in questa ricerca e nelle esperienze successive, provenivano da frutti comperati sul mercato di Torino e scelti, per quanto era possibile, fra quelli a maturazione completa.

Alcuni semi (gr. 10 circa) grossolanamente e rapidamente tagliuzzati li getto nel palloncino di un apparecchio distillatore che metto immediatamente in comunicazione per mezzo di un tubo di gomma, con un altro pallone generatore di vapor d'acqua e già in funzione: il refrigerante dell'apparecchio pesca in una boccia contenente alcuni centim. cubici di soda caustica al 5 per cento. Esaminando il distillato raccolto dopo 10 minuti da che continuava l'operazione, trovo che essa non intorbida menomamente con nitrato d'argento, previa acidificazione con acido nitrico, e non dà traccia di reazione col trattamento per il bleu di Prussia. Soltanto si sente un odore che lontanamente rammenta quello dell'essenza di mandorle amare. Mettendo una porzione del distillato in un tubo da saggio, acidificando con acido solforico e chiudendo rapidamente il tubo con un tappo che tiene sospesa una cartina picro-sodata, si osserva che questa, dopo mezz'ora dà cenno di colorarsi leggermente in rosso: la reazione è più evidente dopo un'ora e non dà indizio di essere cresciuta di intensità dopo 24 ore.

Ripeto l'esperimento con una quantità più grande di sostanza (gr. 20) e operando rapidamentee con tutte le precauzioni, per non

ottenere nel distillato che l'acido cianidrico preformato, eventualmente presente: il risultato è identico a quello ottenuto prima. Non intorbidamento del distillato con nitrato d'argento, previa acidificazione con acido nitrico, non traccia di reazione operando per il bleu di Prussia: anche quì la cartina picrosodata svela la presenza di traccie di acido cianidrico.

Esistono dunque nei semi da me esaminati delle traccie di acido cianidrico libero o sotto forma labile, traccie indosabili e svelabili soltanto con un reattivo oltremodo sensibile come è la cartina picro sodata (1).

Azoto totale. — Ho determinato l'azoto totale col procedimento Kjeldahl.

Poteva nascere il dubbio che il trattamento con acido solforico per la distruzione della sostanza organica desse luogo a sviluppo di acido cianidrico a spese dell'amigdalina, con perdita nel tenore in azoto. Si ha infatti sviluppo di acido cianidrico, riconoscibile colla cartina picrosodata, se si aggiunge l'acido solforico alla sostanza che sia stata più o meno bagnata o addizionata d'acqua. Se si fa agire invece l'acido solforico, in quantità non troppo piccola, sulla sostanza tal quale e se si aspetta ad iniziare il riscaldamento dopo 12 ore, non si ha sviluppo di acido cianidrico o per lo meno, se si mettono in libertà traccie di acido cianidrico queste non debbono avere influenza sensibile sui dosaggi.

È ciò che ho verificato con dell'amigdalina pura: gr. 0,4732 di sostanza secca a 105-110° sono distrutti con gr. 15 di acido solforico a cui aggiungo, come uso di abitudine, 1 gr. circa di solfato di rame e gr. 10 di solfato potassico: ottengo di azoto gr. 0,0113. Per gr. 0,4372 di C_{20} H_{27} N O_{11} si calcola azoto 0,0130.

Le determinazioni fatte su tre porzioni dello stesso campione di semi hanno dato cifre per le quali si calcola

1) 0,523
2) 0,492 } in media 0,508 di azoto per cento di sostanza fresca:
3) 0,509

la quale contiene, come è risultato dalla media di tre determinazioni 51,48 per cento di acqua. Si vede ad ogni modo che l'azoto è rappresentato nelle riserve del Mespilus in proporzioni relativamente molto esigue.

(1) Si preparano le cartine picrosodate, secondo le indicazioni di Guignard, bagnando della carta da filtro in una soluzione acquosa di acido picrico all' uno per cento: si fa asciugare e si bagna con un' altra soluzione preparata con carbonato sodico al dieci per cento.

Si ottiene, facendo essiccare di nuovo, la carta colorata in un bel giallo d'oro pronta all'uso e che si conserva perfettamente.

Azoto dell'amigdalina. — Per stabilire rigorosamente la relazione fra l'azoto totale e quello della amigdalina, prelevo quattro porzioni di sostanza dallo stesso campione che aveva servito alla determinazione dell'azoto totale e le pongo in altrettanti palloni distinti.

Tre dei palloni, chiusi accuratamente, li abbandono sul tavolo del laboratorio alla temperatura ambiente (mese di giugno) dopo di avere aggiunto in ognuna 100 c. c. di acqua.

Nel quarto aggiungo c. c. 150 di acqua e c. c. 1,5 di acido solforico concentrato, collego il pallone stesso con un refrigerante a ricadere e scaldo, a bagno di cloruro di calcio, in modo da avere una ebullizione regolare del liquido per 2 ore: si aveva avuto cura di collegare la estremità libera del refrigerante con un lungo tubo ricurvo il quale pescava in una boccetta contenente qualche centim. cubico di soda caustica al 5 per cento. Questo per fissare quella parte di acido cianidrico che avesse potuto sfuggire durante l'operazione.

Dopo raffreddamento che si fa avvenire in modo da evitare ogni perdita, si distilla il liquido del pallone, che ha assunto un bel colore rosso ciliegia, raccogliendo il distillato nella stessa soda caustica di prima. Nel distillato precipito con le dovute norme l'acido cianidrico con nitrato d'argento, pesando poi il precipitato di cianuro d'argento.

Degli altri tre palloni l'uno è sottoposto a distillazione dopo 24 ore, l'altro dopo 40 ore e l'ultimo dopo 88 ore.

La distillazione era fatta dapprima in corrente di vapor d'acqua e poi, opportunamente chiuso il tubo adduttore del vapore stesso, continuata per riscaldamento a bagno di cloruro di calcio, fino ad ottenere nel pallone un residuo quasi secco che in queste esperienze venne utilizzato a determinare l'azoto che dirò proteico e che, più che altro, doveva servirmi di controllo ai risultati delle determinazioni precedenti.

Anche in queste prove di scomposizione naturale della amigdalina il dosamento dell'acido cianidrico è fatto precipitandolo dal distillato come cianuro d'argento e pesandolo come tale.

Dai risultati ottenuti si calcola l'azoto dell'amigdalina per cento di sostanza fresca nelle seguenti cifre:

prova *a*) (idrolisi con ac. solforico)	0,036
» *b*) (scomposizione spontanea, distillazione dopo 24 ore).	0,039
prova *c*) » » » 40 . .	0,033
» *d*) » » » 88 . .	0035

e in media 0,035, ciò che corrisponde a gr. 1,142 di amigdalina.

Dalle esperienze precedenti risulta che la idrolisi mediante l'acido solforico diluito dà gli stessi risultati che la scomposizione spontanea della amigdalina per opera dei fermenti esistenti nei semi che questa scomposizione è completa già dopo 24 ore e probabilmente anche prima; e infine, ciò che era di importanza capitale di fissare, che nei semi del Mespilus *l'azoto della amigdalina* (0,035) *rappresenta* il *6,89* per cento *dell'azoto totale* (0,508).

Ho detto più sopra che la determinazione dell'azoto proteico nel residuo dei palloni in cui si era fatta la scomposizione della amigdalina e la distillazione dell'acido cianidrico risultante, avrebbe servito di controllo alle altre determinazioni. Dai risultati avuti si calcola, sempre riferendosi a 100 di sostanza fresca:

prova *a*) la determinazione va perduta		
» *b*)	0,468	di azoto
» *c*)	0,460	»
» *d*)	0,465	»

in media 0,464. Si vede dunque che addizionando a questo azoto proteico quello della amigdalina (0,464 + 0,035 = 0,499) si ottiene una cifra che corrisponde assai bene con quella dell'azoto totale (0,508).

Semi germinanti. — La germinazione dei semi di Mespilus avviene con una lentezza grande ad onta che i germinatoi siano posti sulla terrazza del laboratorio in pieno mezzodì, e dove la temperatura raggiunge per molte ore della giornata limiti molto alti.

Nei semi che hanno servito alle determinazioni seguenti (24 maggio - 16 luglio) si hanno fusticini turgidi di 3. 4. 5 centim. di altezza, ancora sprovvisti di foglioline e tuttora coperti dalla sabbia dei germinatoi. In alcuni pochi esemplari il fusticino ha già raggiunto l'altezza di 8 a 10 centim. ed è munito di due foglioline verdi.

Le radici, eccettuata la estremità, hanno già l'apparenza lignificata e sono provviste di numerose radichette secondarie.

In queste esperienze quello che occorreva stabilire era il rapporto fra le diverse forme di azoto presente: il riferire i risultati al per cento di sostanza fresca, mentre non avrebbe avuto che mediocre interesse, avrebbe condotto invece incontro a perdite inevitabili durante le pesate della sostanza stessa. Questo si era potuto fare coi semi in quiescenza dove le perdite non erano temibili.

Opero quindi nel modo seguente: scelto un certo numero di semi nelle migliori condizioni, li triturò rapidamente mediante apposito

apparecchio in modo da avere una massa omogenea, rapidamente la divido in due porzioni uguali e l'una pongo in pallone contenente un centinaio di centim. cubici d'acqua che abbandono, ben chiuso, sul tavolo del laboratorio: l'altra porzione la getto nel pallone dell'apparecchio distillatorio a vapor d'acqua e in funzione da qualche minuto. Il distillato lo raccolgo anche qui in boccia contenente soda caustica e, come nelle esperienze di prima, la distillazione iniziata con vapor d'acqua è ultimata per riscaldamento a bagno di cloruro di calcio, fino ad ottenere nel pallone distillatore quasi un residuo secco.

Dopo 24 ore sottopongo a distillazione la porzione di sostanza messa a macerare, operando analogamente.

Doso nel distillato dell'una e dell'altra prova l'acido cianidrico, precipitandolo con nitrato di argento e pesando il cianuro e determino, colle avvertenze già sopra accennate, l'azoto del residuo rimasto nei palloni distillatori.

Ecco i risultati:

Prova *a*

1)	Azoto dell'ac. cianidrico libero .	0,0017	(Ag. CN 0,017)
2)	» del residuo	0,0860	
3)	» totale	0,0877	

L'azoto dell'acido cianidrico libero rappresenta l'1,93 per cento dell'azoto totale.

Prova *b*

1)	Azoto dell'acido cianidrico libero + azoto dell'amigdalina . . .	0,0055	(Ag. CN 0,053)
2)	» del residuo	0,0546	
3)	» totale	0,0601	

L'azoto dell'acido cianidrico libero e quello della amigdalina rappresentano insieme presi il 9,15 per cento dell'azoto totale: quello della amigdalina sola è dunque uguale al 7,22 per cento dello stesso azoto totale.

La conclusione è che nei semi del Mespilus japonica non esiste acido cianidrico libero; o per lo meno, operando con semi provenienti da frutti nello stato di maturazione in cui sono consumati, esiste acido cianidrico in quantità minime, svelabili soltanto ai reattivi più sensibili quale la cartina picrosodata: la amigdalina vi è contenuta in una proporzione che rappresenta il 6,89 per cento dell'azoto totale.

Colla germinazione dei semi compare acido cianidrico libero o sotto forma oltremodo labile: l'azoto di questo acido cianidrico rappresenta in un certo periodo di sviluppo l' 1,93 per cento dell'azoto totale, mentre nello stesso momento quello della amigdalina, o di altra forma glucosidica, sale al 7,22 per cento. L'azoto dell'acido-cianidrico e quello della amigdalina coesistente arrivano per ciò al 9,15 per cento dell'azoto totale: bisogna per conseguenza ammettere che una parte almeno dell'azoto delle riserve di altra natura abbia assunto forma glucosidica.

È ciò che io avevo già dimostrato per le mandorle amare e dolci ed è probabile che, sperimentando con semi che contengano glucosidi cianogenetici diversi dalla amigdalina, io otterrò risultati analoghi.

La funzione biochimica di un principio così diffuso nel regno vegetale, come l'acido cianidrico il quale, per un certo numero di piante almeno, rappresenta la forma di entrata dell'azoto nel mondo organico e il punto di partenza della formazione delle sostanze proteiche (Treub) appare ogni giorno più degno di studio: spero che le mie esperienze rappresentino un modesto contributo a questo studio.

BIBLIOGRAFIA

(1) L. Guignard. — *Le Haricot à acide cyanhydrique, Phaseolus lunatus L.* Comp. rend. T. 142 p. 545.

(2) E. Scribeaux. — *A propos des haricots empoisonneurs.* Journ. Agr. Pr. Tom. II. 273.

A. Mallèvre. — *Les empoisonnements du bétail*, l. c., p. 460.

(3) E. Kohn-Abrest. — *Etude chimique sur les graines dites « Pois de Java »* Comp. rend. T. 142, p. 586.

— *Sur les principes cyanogénétiques du Phaseolus lunatus.* Comp. rend. T. 143, p. 182.

(4) M. Treub. — *Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes.* Ann. d. Jard. Bot. de Buitenzorg, 2ª serie, vol. 14, p. 86. Qui è citata la bibliografia dell'argomento.

(5) Ballard. — *J. d. Ph. et de Ch.*, 1876, pag. 210.

Di alcune specie e varietà del genere Fumaria nuove per la Flora sarda

per Eva Mameli

L'abbondanza e la varietà delle specie del G. *Fumaria*, crescenti spontanee in quest'Orto Botanico e nei dintorni di Cagliari, mi indussero ad un nuovo e largo esame di esse, sicura di portare un qualche contributo a quanto gli autori che mi precedettero, scrissero su questo argomento. Il numero delle specie, varietà ed ibridi nuovi da me trovati per la Sardegna, data anche la ristrettezza della zona alla quale, per ragioni diverse, ho dovuto limitare le mie ricerche, ha superato le mie previsioni.

I diversi autori da me consultati citano per la Sardegna, e più specialmente per la provincia di Cagliari, a cui io limitai le mie ricerche, le specie e le varietà seguenti del genere *Fumaria L.*

Sezione Sphaerocapnos.

I. — *Officinales.*

F. officinalis L.
F. » var. minor Koch.
F. » » floribunda Koch.
F. densiflora D. C.
F. parviflora L.
» var. rubriflora.
» » albiflora.
» » glauca Jord.
» » erecta.
» » tenuisecta.
F. Vaillantii Lois.

II. — *Capreolatae.*

F. capreolata L.
» var. flavescens.
» » speciosa Iord.
» » atrosanguinea Broch et Neyr.
F. flabellata Gasp.
F. muralis var. serotina.

III. — *Agrariae.*

F. Gussonei Boiss.
F. benedicta Nic.
F. agraria Lag.
» var. Morisiana Genn.
» » spectabilis Bisch.
F. major Bad.
F. Boraei Jord.

Sezione Platycapnos Bernh.

F. spicata Bernh.

Tra queste, la sola *F. benedicta* Nic. è citata per Sassari e dintorni, non per Cagliari.

Oltre le specie ora citate, eccetto due, che non mi fu assolutamente possibile ritrovare, nè a Cagliari, nè nei dintorni: la *F. capreolata* L. e la *F. spicata* Bernh, raccolsi abbondantissime in tutto l'agro cagliaritano le specie e varietà qui appresso citate, non ancora trovate in Sardegna.

Le loro classificazioni, per le quali ebbi il gentile aiuto della dott. Dina Pisano, furono cortesemente rivedute e corrette dal professor Nicotra di Messina. Mi è qui grata l'occasione di ringraziarli entrambi.

Sezione Sphaerocapnos D. C.

I. — *Officinales.*

Specie.

1. *F. Wirtgeni* Koch.
2. *F. Schleicheri* Soy-Will.
3. *F. Anatolica* Boiss.
4. *F. Alberti* Fouc. et Rouy.

II. — ***Capreolatae.***

5. *F. muralis* Sond.

III. — ***Agrariae.***

6. *F. rupestris* Boiss. et R.
7. *F. benedicta* Nic.

I. — ***Officinales.***

Varietà.

1. *F. officinalis* β *tenuifolia* Guss.
2. *F. micrantha* var. *Parlatoreana* Boiss.
3. » forma *dunicola* Nic.
4. » var. *litoralis* Dumont.
5. *F. Vaillantii* Lois. var. *Gasparrini* Bab.
6. *F. parviflora* Lam. forma *vegetalis.*

II. — ***Agrariae.***

7. *F. agraria* Lag. forma *humilis.*
8. *F. major* Bad var. *judaica* Boiss.
9. » » var. *spectabilis* Bischoff.

Non credo del tutto inutile dare qui la descrizione dettagliata e, per quanto mi sarà possibile, esatta, di queste specie e varietà, tenendo conto di alcuni caratteri, minuti ma costanti, fin qui trascurati dagli autori, quali la dentatura e l'apicolatura delle brattee, l'aspetto dei frutti sia nel fresco che nel secco, ecc.

Seguirò nella descrizione delle specie e delle varietà l'ordine con cui esse sono enumerate nell'elenco precedente.

Sezione Sphaerocapnos D. C.

I. — ***Officinales.***

Specie.

1. *F. Wirtgeni* Koch. — Syn.: *F. officinalis* var. *Wirtgeni* Hssk; *F. tenuiflora* Fries; *F. media* Rchb; *F. Vaillantii* Guss.: sec. Nicotra.

Fusto pentagonale. Foglie tri e quadripennato-sette, a segmenti più grandi di quelli delle *Officinalis*, lanceolati, staccati. Picciuoli

qualche volta attorcigliati. *Pedicelli fiorali e fruttiferi brevi e grossi, con brattee uguali a* [illegible] *di essi in lunghezza, pochissimo dentate, con apicolo spesso ricurvo.* Fiori piccoli (5 mm.), di un bel rosa, in grappoli un po' densi. *Sepali frangiati alla base, oblungo-acuminati*, uguali a [illegible] della corolla in lunghezza, *larghi quanto il pedicello*, più stretti della corolla e *inseriti un po' più su della base.* Frutti più arrotondati di quelli dell'Officinalis, meno depressi, quasi globulosi, ottusi, *non persistenti*, brevemente apiculati, rugulosi, e con due fossette all'apice, ben distinte nel secco.

Abbondante nei dintorni di S. Benedetto, alla Scaffa, all'Orto Botanico.

2. *F. Schleicheri* Soy-Will — Syn.: *F. Vaillantii* β *latifolia* Gand; *F. Vaillantii* p. Parl.; *F. Vaillantii* subsp. *Schleicheri* Rouy et Fouc. *F. Vaillantii* var. *Schleicheri* Arc.; sec. Nicotra.

Fusto pentagonale (10-30 dm.), a rami più lunghi di quelli della *F. Vaillantii* e più allontanati. Foglie tripennato-sette, ordinariamente poco glauche, a divisioni più larghe di quelle della *Vaillantii*. Fiori piccoli (5-6 mm.), di un rosa vivo, che diventa poi violaceo, in grappoli di 2-4 cm., abbastanza forniti. Pedicelli fruttiferi allungati, deboli, 3 volte circa più lunghi delle *brattee, che sono dentate all'apice, apiculate, più strette del pedicello. Sepali più larghi di quelli della Vaillantii*, larghi quasi quanto il pedicello ma *più stretti della corolla*, largamente ovali-lanceolati, *frangiati, inseriti un po' più su della base*, e lunghi $^1/_5$-$^1/_6$ della lunghezza della corolla. *Frutto* liscio nel secco, sempre apiculato, *con due fossette all'apice, appena visibili nel secco.*

All'Orto Botanico, a « is Mirrionis », a S. Bartolomeo, a Monte Urpino.

Alcuni hanno voluto identificare questa specie con la *Wirtgeni* Hausskn; ma ne differisce per molti caratteri. I sepali, ad es., sono ovali-lanceolati e $^1/_5$-$^1/_6$ della corolla in lunghezza, nella *Schleicheri*; oblungo-acuminati e uguali a $^1/_3$-$^1/_4$ della corolla nella *Wirtgeni*.

3. *F. anatolica* Boiss. — Syn.: *F. micrantha* var. *Kraliki* Boiss. *F. Kraliki* Iord.

Fusto pentagonale, spesso ricurvo, quasi cirroso, ramoso, più o meno diffuso. *Foglie* due, trepennato-sette, a *segmenti* quasi lineari, non canaliculati, *divaricati. Pedicelli fiorali brevissimi, esili. Pedicelli fruttiferi un po' ingrossati* all'apice, reflessi, con *brattee* un po' più lunghe di essi, *quasi integre, acuminate. Sepali frangiati alla base*, molto più larghi della corolla, ovali-acuminati, *inseriti un poco più su della base*, ed uguali a [illegible] della lunghezza della corolla. *Ra-*

cemi lassi, multiflori, con fiori bianco-rosei, macchiati di scuro all'apice e disposti in grappoli densi, molto corti. Frutti brevi, subglobosi, ottusi, lisci, mucronulati, *più stretti alla base.*

Trovata a « is Mirrionis », all'Orto Botanico, alla Scuola Enologica, a M. Urpino, alla Scaffa.

4. *F. Alberti* Fouc. et Rouy. — Fusto pentagonale. Foglie tripennato-sette, a segmenti oblunghi. Picciuoli attorcigliati e cirrosi. Pedicelli fiorali brevissimi e molto ingrossati all'estremità. *Pedicelli fruttiferi, eguali alle brattee, che sono integre, romboidali. Fiori piccoli* (quasi *1 cm.*), *giallo-rosei. Sepali* ovali, *frangiati*, più larghi del pedicello, *più stretti della corolla*, e $^1/_5$ di essa in lunghezza, *inseriti a* $^1/_3$ *della loro lunghezza a partire dalla base*, persistenti. *Frutti* subglobosi, più lunghi che larghi, *apiculati nel fresco, rugosi* e un po' mucronati *nel secco, muniti di 2 fossette all'apice* e tutti sterili.

Abbondantissima all'Orto Botanico, a « is Mirrionis », alla Scaffa, a M. Urpino, ecc., nei campi e nei sentieri.

Viene considerata dagli autori (Foucaud et Rouy), che la trovarono in Francia (environs de Sollies-Toucas), come un ibrido delle *F. Vaillantii var. Chavini* e *Officinalis var. Wirtgeni.*

Varietà.

1. *F. officinalis*, β *tenuifolia* Guss. — Fusto di 11-27 cm., diritto, ramoso. Foglie glauche, bi-tripennato-sette, a segmenti piani, oblungo-lineari, con picciuoli qualche volta attorcigliati. Fiori di 7-8 mm. violacei, con apice molto scuro, in grappoli forniti. *Brattee* lanceolate, *seghettate in cima, lungamente apiculate*, uguali in lunghezza ai pedicelli fruttiferi, che sono molto sottili. *Sepali* ovali, *bianchi con apice violaceo, dentati*, lunghi $^1/_4$ la corolla, più larghi del pedicello e del tubo della corolla. Silicule piccole, più larghe che lunghe, troncate, con due fossette apicali, leggermente granulose nel secco.

Abbondante all'Orto Botanico, nei dintorni di S. Benedetto, alla Scaffa.

2. *F. micrantha* Lag. var. *Parlatoreana* Boiss. — Fusto pentagonale, diritto, meno ramoso di quello della *F. micrantha* Lag. Foglie tri, quadripennato-sette; a segmenti oblungo-lineari, canaliculati. *Picciuoli ricurvi. Pedicelli fiorali brevissimi, orizzontali o ascendenti. Pedicelli fruttiferi cilindrici più o meno reflessi, non attorcigliati*, con *brattee* uguali o quasi uguali ad essi in lunghezza, *integre, romboidali.* Sepali uguali o quasi, in larghezza, alla corolla, ovali-rom-

boidali, acuminati, 3 volte quasi più corti, sinuosi con pochissimi denti (2-4). Frutti subglobulosi, arrotondati in cima a maturità e nettamente rugosi.

3. *Fum. micrantha* Lag. forma *dunicola* Nic. — Due esemplari di questa varietà, classificati come tali dal prof. Nicotra, portano la nota seguente: « foliorum laciniis augustioribus conniventibus totius plante statura humili glaucedine majore, etc.... (Vedi similissimam super arenas dunarum, tra il lago di Sorso ed il mare ad est. di Portotorres) ».

4. *F. micrantha* Lag. var. *littoralis* Dumont. — Tra gli esemplari dell' Herb. Gennari, esistenti nel R. Orto Botanico di Torino, trovasi un saggio di questa varietà, raccolto a S. Bartolommeo (dintorni di Cagliari). Differisce dalla tipica per i *sepali integri con macchia scura all'apice*, oltre che per le foglie a lobi meno avvicinati gli uni agli altri, più larghi e più spessi.

La *F. micrantha* Lag. fu trovata abbondantissima all'Orto Botanico, a « is Mirrionis », nei campi e nelle vigne. Oltre la forma tipica è pure abbondante la var. *Parlatoreana* Boiss., trovata all'Orto Botanico e alla Scuola Enologica.

Meno frequente è la forma *dunicola*.

5. *F. Vaillantii* Lois. var. *Gasparrini* Bab. — Fusto più sviluppato in grossezza e in lunghezza, più ramoso, non diritto. Foglie 2-3 pennato-sette, a lacinie più lunghe e più glauche. *Fiori piccoli* (4-6 mm.), bianco-rosei, *macchiati di purpureo all'estremità, poco numerosi, in grappoli più lunghi. Si differenziano dal tipo per una speciale dentatura, formata da due denti, che si trovano ai due lati del petalo inferiore speronato, poco distanti dall'estremità, e sono sempre colorati in rosso. Pedicelli fruttiferi più deboli e corti, ugualmente come nel tipo. Brattee* superanti i pedicelli, *lanceolari-oblunghe, integre. Sepali persistenti*, più stretti, allungati, frangiati, 8-10 volte più corti della corolla, *qualche volta con un'appendice che è dentata nella parte inferiore e quasi uguale alla lunghezza del sepalo.*
Frutto come nel tipo.

All'Orto Botanico, alla Scuola Enologica, a M. Urpino e alla Scaffa

6. *F. parviflora* forma *vegetalis* Hamm. — Differisce dalla tipica per gli internodi molto sviluppati, i *sepali* più larghi e *non persistenti*, la corolla violacea. Le *brattee* sono *integre e apiculate, i frutti rugulosi, un po' carenati in cima.*

All'Orto Botanico, a Monte Urpino e nei dintorni della Scaffa.

II. — *Capreolatae.*

F. muralis Sond.: — Syn. *F. muralis* forma *vera* Rouy et Fouc.; *F. muraliformis* Clar; *F. capreolata* γ Parl; *F. capreolata* subsp. *muralis* Coss.; *F. capreolata* γ *muralis* Arc.; *F. capreolata* var. *gracilescens* Nctra; *F. media* γ *muralis* Hamm; *F. media* forma *muralis* Wlk. et Luge, sec. Nicotra.

Fusto pentagonale: 5-30 cm., ramosissimo, diffuso, cirroso. Foglie 2-3 pennato-sette, a segmenti grandi, ovali, cuneiformi, oblunghi, piani; picciuoli ordinariamente attorcigliati. *Fiori* stretti, lunghi quasi 1 cm., bianco-giallastri o rosei, *con sperone* $^1/_3$ della lunghezza totale. Grappoli lassi, pauciflori. *Pedicelli fruttiferi molto esili, lunghi, un poco spessi in cima; di* $^1/_3$ *almeno più lunghi della brattea, integra-lineare-lanceolata acuminata. Sepali uguali in larghezza al pedicello*, più stretti del tubo della corolla e $^1/_3$-$^1/_4$ di essa in lunghezza; *ovali arrotondati, incisi-dentati, sopratutto alla base. Frutto liscio, finamente rugoso nel secco.*

Pochi esemplari furono trovati all'Orto Botanico, sui muri e sui sassi.

III. — *Agrariae.*

Specie.

1. *F. rupestris* Boiss et R. — Differisce dalla tipica per i sepali ovato-lanceolati, brevemente acuminati, lunghi $^1/_4$ della corolla e poco più stretti di essa, appena carenati, muniti di numerosi e lunghi denti. *Frutti apiculati, rugulosi, con due fossette in cima, nel secco. Brattee seghettate in cima, con apicolo rostrato, uguali o subuguali ai pedicelli.* Aspetto della pianta: tozzo.

Noto che ogni racemo di frutti è accompagnato inferiormente, al posto dell'ultima brattea, da una espansione biforcata, in forma di cirro.

Trovata all'Orto Botanico, alla Scuola Enologica: frequentissima in vicinanza della F. Agraria.

2. *F. benedicta* Nic. — Fusto pentagonale; 15-25 cm.; più o meno ramoso e diffuso, quasi sempre diritto (mai cirrescente nei saggi trovati). Foglie glauche, tripennato sette, a lacinie larghe, talvolta retuse, mucronulate e macchiate all'apice di rosso. Racemi densiflori, eretti.

Fiori di 7-9 mm., quasi sempre scuri, a pedicelli lunghi, deboli. Calcare ampio, corolla molto stretta verso la parte mediana. *Pedicelli fruttiferi lunghi, attorcigliati*, un po' ingrossati all'apice, con

brattee $^1/_2$-$^1/_3$, più brevi, *molto frangiate*. *Sepali* larghi quanto la corolla, o poco più stretti: più larghi del pedicello, *frangiati alla base* e *dentati in giro*; $^1/_3$ in lunghezza della corolla, non persistenti. *Frutto* subgloboso, più largo che lungo, *ruguloso nel secco*, mucronulato, con 2 macchie brune evidentissime all'apice, e *molto più largo del pedicello alla base*.

Trovata abbondantissima all'Orto Botanico, alla Scuola Enologica, alla Scaffa, a « is Mirrionis ».

Varietà.

3. *F. agraria* Lag. forma *humilis*. — Differisce dalla tipica per i fiori per lo più biancastri, con apice intensamente colorato; per i *frutti non persistenti*, più piccoli (2 mm. o poco più), e per l'aspetto generale della pianta, che è a fusto breve, a cui stanno attaccati i rami quasi tutti nello stesso punto, a fior di terra. *Le brattee sono integre*.

Trovata all'Orto Botanico, alla Scaffa, alla Scuola Enologica.

4. *F. major* Bad. var. *judaica* Boiss. — Differisce dalla tipica per i *sepali* più lungamente acuminati, subinteri all'apice, e *non persistenti*, e per la corolla assai ristretta verso l'apice. *Frutti mucronulati nel secco. Brattee integre e apiculate*.

Frequente all'Orto Botanico, alla Scuola Enologica, a M. Urpino, alla Scaffa.

5. *F. major* Bad. var. *spectabilis* Bischoff. — Differisce dalla tipica per i *sepali* più lungamente acuminati, subinteri all'apice, *non persistenti*, e uguali in lunghezza *a* $^1/_4$ *della corolla*; per la corolla assai ristretta verso l'apice, per le foglie a lobi lunghi (sublineari) e allontanati a ventaglio, per i *pedicelli fruttiferi molto lunghi e sottili*, per i *frutti rugulosi*, per le *brattee ondulate ai margini, apiculate, più brevi dei pedicelli fruttiferi*.

Nei dintorni di S. Benedetto, (campi, vigne), all'Orto Botanico, a « is Mirrionis », alla Scaffa.

Ibridi.

Caratteristiche sono le forme ibride di Fumarie, che classificai fra i saggi raccolti, poichè presentano nettamente alcuni caratteri di una delle specie che li hanno originati, e altri dell'altra, non solo, ma hanno anche maggiore esuberanza di forma, carattere che si trova spesso nei bastardi (1). E che si tratti effettivamente di ibridi, credo poter affermare con i criteri ordinari, poichè nelle zone

(1) V. Strasburger — *Trattato di Botanica*, 2ª edizione, pag. 299.

in cui essi furono raccolti, erano abbondantissimi i saggi delle specie progenitrici, per quanto il Focke asserisca che non sono queste le condizioni perchè i bastardi si formino (1).

Intendo tuttavia di iniziare delle culture, tendenti a dimostrare la relazione fra la fecondità di questi ibridi e le variazioni morfologiche, che i discendenti da essi possono assumere.

Gli ibridi da me raccolti sono:

F. agraria Lag. × *F. flabellata* Gasp. — Ha della prima i caratteri dei sepali, delle brattee e del frutto; della seconda quello caratteristico dei pedicelli fruttiferi ricurvi e del colore dei fiori, biancastri, con apice intensamente porporino.

Trovata all'Orto Botanico, a S. Bartolommeo.

F. agraria Lag. × *F. major* Bad. — Brattee generalmente subeguali ai pedicelli fruttiferi: sepali lanceolati, lungamente acuminati, manifestamente carenati ed a pochi denti: (Caratteri propri della *F. agraria* Lag.). Sepali lunghi $^1/_4$ della corolla e poco più stretti di essa; frutti smarginato-ottusi: (Caratteri propri della *F. major* Bad.).

Nel congedare alle stampe questo piccolo contributo alla flora sarda, m'è grato esprimere, riconoscente, i miei ringraziamenti al prof. S. Belli, che mi fu largo di aiuto e di consigli.

Regio Orto Botanico di Cagliari, giugno 1906.

(1) W. Focke. — Die Pflanzenmischlinge, (Berlin, 1881, pag. 463). Die Entstehungsbedingungen der wild wachsenden Bastarde sind in meisten Fällen noch nicht zu beachtet wie es hätte sein sollen. Auf den ersten Blick möchte es scheinen dass sich ein Bastard aus leichtesten an Orte bilden Käume wo die Staumarten in grosser Zahl durch einander wachsen. Dies ist aber Keinesweg der Fall! denn an solchen Orten werden die Narben jeder Art reichlich mit Blüthenstaub der eigenen Art versogt werden, der jede Wirksamkeit des fremden Pollens immöglich macht. Ganz anders gestalten sich die Chaucen, wenn nur wenige Exemplare der einen Art zwischen zahlreichen der andern eingestreut sind. Dann sind die Aussiehten einer Blüthe der seltenen Art-Pollen von einer andern Blüthe ihresgleichen zu bekommen sehr gering, während die Wahrscheinlichkeit gleich beim eintritt in die Geschlechtsreife fremden Pollen zu empfangen möglichst grosse ist.

BIBLIOGRAFIA DELLE FUMARIACEE

L. Nicotra. — *Le Fumariacee italiane.* Maggio 1897. Estratti dal N.° Giornale Bot. Ital. N. Serie, Vol. IV.

L. Nicotra. — *Fumariacee italiane.* (Saggio di una continuazione della Flora italiana di F. Parlatore). Firenze, 1897.

F. Parlatore. — *Monografia delle Fumariacee.* Firenze, 1844.

Fiori e Paoletti. — *Flora d'Italia.* 1895. Vol. I, pag. 478. Parte III.

W. Barbey. — *Florae Sardoae Compendium.* Lausanne 1884.

F. H. Moris. — *Flora Sardoa.* Vol. I, pag. 87. 1837-59.

P. Gennari. — *Repertorium florae calaritanae.* Cagliari, 1893, pag. 121.

Rouy et Foucaud. — *Flore de France.* Tours. 1893-96.

Cesati, Passerini e Gibelli. — *Compendio della Flora italiana.*

Arcangeli. — *La Flora italiana.* 1894, pag. 250.

Nyman. — *Conspectus Florae Europeae.* 1878. Vol. I. pag. 26.

Grenier et Godron. — *Flore de France.* T. I, pag. 66. 1848.

Le Maout et Decaisne. — *Traité général de botanique.* Paris, 1876.

Ph. Van Thieghem. — *Traité de botanique.* 2ª edizione 1891.

Hy F. — *Fumaria muraliformis blavandolium* (Bot. Centr. 1903, pag. 238).

Verguin. — *Fumaria Burnati, hybride nouveau* (F. agraria + F. capreolata) Bot. Centr. 1905, pag. 89.

De Candolle. — *Prodromus sistematis naturalis.*

G. Bonnier. — *Flore complète de la France.* 2ª edizione, pag. 14.

Koch. — *Synopsis Florae Germ. et Helv.* 1892.

Influenza di alcune azioni oligodinamiche su lo sviluppo e su l'attività del Bac. radicicola

II Nota: Per la generalizzazione dei risultati

del Dott. Renato Perotti

Le conclusioni cui pervenni sperimentando l'azione di alcuni composti metallici sulle culture della fava comune mi sembrarono essere importanti, sia dal punto di vista teorico che da quello pratico, così da meritare ulteriori studi perchè con nuovi dati venissero confortate.

Esponendo in una precedente nota (1) i primi risultati ottenuti, tracciai un completo piano di lavoro che intrapresi a svolgere. Per procedere con ordine cominciai dall'estendere le ricerche ad altre leguminose allo scopo di poter generalizzare quanto aveva potuto notare nello sviluppo di una sola specie di esse. In questa seconda nota sono in grado di riferire come il modo d'agire dei composti metallici nei rapporti della stimolazione che sono capaci di esercitare sullo sviluppo e sull'attività del radicicola è perfettamente paragonabile nelle varie leguminose.

Sperimentai su quelle specie che presentano la maggiore importanza agraria per entrare nel ciclo di una razionale rotazione o per essere destinate al sovescio, cioè: favetta, trifoglio ed erba medica. Seguendo lo schema di ricerche già da me tracciato, per ogni singola specie preparai una serie di undici vasi di cm. 15 di diametro con kg. 20 di terra ciascuno (azoto totale $= 0.17\ \%$). Come concimazione fondamentale aggiunsi perfosfato minerale ($P_2\ O_5 = 17.60\ \%$) e solfato o cloruro potassico nelle proporzioni di

(1) Vedi: questi *Annali*, vol. III, fasc. 3, pag. 513.

quintali uno o mezzo ad Ea. Come elementi oligodinamici provai: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Ba, Hg, nella combinazione di solfato i primi sei, di cloruro gli altri e nella quantità di mezzo quintale ad *Ea*. La somministrazione di essi fu fatta periodicamente mediante soluzioni di concentrazione progressiva dall'1 : 50.000 all'1 : 2500. Alternativamente, secondo il bisogno, somministrava quantità uguali per tutti i vasi di acqua Felice di Roma.

Nel seguente prospetto è riassunto l'intero impianto dell'esperienze rimandandosi per maggiori dettagli su di esso alla mia precitata nota.

Numero dei vasi	Concimazione fondamentale			Sostanze oligodinamiche			Note
	Perfosfato minerale	Cloruro potassico	Solfato potassico	Elementi	Combinazione: Solfato	Combinazione: Cloruro	
	gr.	gr.	gr.		gr.	gr.	
1	—	—	—	—	—	—	13 novembre 1905 - Semina.
2	2.0	—	1.0	—	—	—	— Favetta semi 2; Erba medica semi gr. 0,5; Trifoglio semi gr. 0,4 — per vaso
3	2.0	1.0	1.0	(K)	—	—	25-30 novembre 1905 - Germinazione.
4	2.0	1.0	—	Cr	1.0	—	30 novembre 1905 - Prima somministrazione delle soluzioni oligodinamiche.
5	2.0	1.0	—	Mn	1.0	—	
6	2.0	1.0	—	Fe	1.0	—	26 febbraio 1906 - Inizio della fioritura nella favetta.
7	2.0	1.0	—	Co	1.0	—	10 aprile 1906 - Raccolta della favetta.
8	2.0	1.0	—	Ni	1.0	—	30 aprile 1906 - » del trifoglio.
9	2.0	1.0	—	Cu	1.0	—	4 marzo 1906 - » dell'erba medica.
10	2.0	—	1.0	Ba	—	1.0	
11	2.0	—	1.0	Hg	—	1.0	

Per aver stabilito, come sopra rilevasi, un appropriato controllo, fui in grado di accertare i caratteri differenziali presentatisi nello sviluppo delle diverse culture per effetto dell'azione su di esse esercitata dalle sostanze oligodinamiche. Questi caratteri ricercai nella statura, nella grossezza del caule, nella grandezza, nella forma e nella colorazione delle foglie, nella precocità della fioritura, ecc. In linea generale osservai che elevandosi il peso atomico dell'elemento metallico si verificava prima un aumento, poi una diminuzione

degli effetti oligodinamici secondo una curva dell'intensità d'azione già da me precedentemonte determinata. Ed infatti, il caule esile e ad internodi brevi, le foglie piccole e strette di color verde chiaro, seguendo la serie delle culture ordinate secondo il crescente peso atomico degli elementi sperimentati, s'andavano il primo ingrossando divenendo cespitoso ed allungando gl'internodi, l'altre ingrandendo ed assumendo una colorazione verde intensa, per poi tornare ad assumere negli ultimi vasi i primi caratteri ch'erano quelli delle piante testimoni.

Nei dati che faccio seguire, desunti dalle misurazioni della statura e dalle pesate della sostanza organica prodotta, questi fatti si trovano validamente documentati.

N. dei vasi	Sostanze oligodinamiche	Sviluppo erbaceo		Sviluppo radicale	Totale del prodotto
		Statura	Peso secco	Peso secco	
		cm.	gr.	gr	gr
		Colture di Favetta.			
1	—	76	30.25	3.53	33.78
2	—	90	65.10	6.61	71.71
3	(K)	70	60.72	7.73	68.45
4	Cr	120	74.20	6.88	81.08
5	Mn	92	75.00	10.80	85.80
6	Fe	85	64.25	6.25	70.50
7	Co	93	62.05	8.30	70.35
8	Ni	78	67.80	9.85	77.65
9	Cu	77	55.10	9.40	64.50
10	Ba	76	45.00	8.33	53.33
11	Hg	66	37.37	7.05	44.42
		Colture di Erba medica.			
1	—	34	19.20	7.85	27.05
2	—	30	23.00	10.20	33.20
3	(K)	40	22.15	8.40	30.55
4	Cr	57	29.00	12.75	41.75
5	Mn	39	26.50	11.00	37.50
6	Fe	51	22.44	9.45	31.89
7	Co	45	30.20	12.50	42.70
8	Ni	46	21.65	9.05	30.70
9	Cu	40	25.05	9.60	34.75
10	Ba	35	23.70	9.40	33.10
11	Hg	32	15.50	6.95	22.45

N. dei vasi	Sostanze oligodinamiche	Sviluppo erbaceo		Sviluppo radicale	Totale del prodotto
		Statura cm.	Peso secco gr.	Peso secco gr.	gr.
		Colture di Trifoglio pratense.			
1	—	Non si eseguirono misurazioni	28.10	4.10	32.20
2	—		27.80	3.08	30.88
3	(K)		40.52	7.30	47.82
4	Cr		38.50	5.75	44.25
5	Mn		39.20	5.80	45.00
6	Fe		36.40	6.00	40.40
7	Co		40.67	8.15	48.82
8	Ni		37.05	6.25	43.30
9	Cu		39.25	7.10	46.35
10	Ba		30.70	3.90	34.60
11	Hg		32.20	4.05	36.25

Passando allo studio dei caratteri delle tubercolosità radicali ebbi agio di confermare quanto aveva già dedotto dalle mie prime esperienze con la fava comune. Un esame accurato ed esauriente dei tubercoli come per questa, non mi fu possibile eseguire con tutte l'altre leguminose che coltivai. I tubercoli dell'erba medica e specialmente quei del trifoglio essendo numerosissimi, e, nelle condizioni di sviluppo delle mie piante, nella maggior parte di dimensioni piccolissime, avrebbero richiesto un lavoro eccessivo e difficile per venire distaccati, numerati e pesati. Perciò nel caso di queste due specie mi limitai ad alcune osservazioni sul loro sviluppo. Esaminai la produzione delle radici, la disposizione dei tubercoli su di esse e la scarsezza od abbondanza di questi ultimi. Trovai che nelle piante sviluppatesi nei vasi trattati con i composti oligodinamici che già mi risultarono meglio attivi, con la formazione radicale più copiosa, s'accordava una maggiore abbondanza di tubercoli, i quali in generale erano più voluminosi e disposti tanto sull'asse principale che su quelli secondari delle radici. Tubercoli radi e piccoli, prevalenti sulle ramificazioni secondarie delle radici stesse, il cui sviluppo era minore, osservai nei vasi trattati con gli elementi a più elevato peso atomico ed in quei di controllo.

Del resto uno studio più accurato potei eseguire con le radici della favetta, notando la grandezza, il numero ed il peso dei tubercoli che vengono riportati nel seguente quadro:

N. dei vasi	Elementi oligodinamici	Tubercoli della Favetta				
		Numero				Peso
		Grandi	Mezzani	Piccoli	Totale	gr.
1	—	6	4	101	110	0.48
2	—	7	9	144	160	0.75
3	K	2	6	185	193	0.78
4	Cr	2	5	162	169	0.65
5	Mn	4	11	216	231	0.69
6	Fe	3	2	105	110	0.57
7	Co	6	35	257	298	0.65
8	Ni	5	26	222	253	0.52
9	Cu	4	23	191	230	0.82
10	Ba	3	11	155	169	0.68
11	Hg	6	17	95	118	0.51

Tali cifre confermano le conclusioni cui pervenni nella mia prima nota, per quanto si riferisce alla diretta influenza degli stimolanti chimici sul numero, sul volume e sul peso dei tubercoli radicali delle leguminose, sì che ad esse non debbo fare alcuna modificazione. Il rapporto tra il peso atomico degli elementi e gli effetti oligodinamici, gli elementi stessi più favorevolmente attivi, le conseguenze sullo sviluppo delle leguminose mi risultarono, per le diverse piante studiate, esattamente i medesimi.

Proseguirò nello svolgimento del programma tracciato.

Una circostanza tuttavia mi cade opportuno notare fin d'ora, la quale è forse la più importante conseguenza della migliorata nutrizione della leguminosa per influenza delle sostanze oligodinamiche e che mi sembra di un grande interesse economico-agrario. Intendo parlare del notevole sviluppo che assume la lamina fogliare delle leguminose sottoposte all'azione dello stimolo chimico, per il quale la superficie assimilante di esse viene ad essere considerevolmente aumentata. Stampando sopra carta millimetrata sensibile alcune foglioline delle piante di favetta, scelte con sano criterio dai vasi che avevano subito un differente trattamento, potei

notare rilevanti differenze nello sviluppo della superficie assimilante, come può desumersi da alcuni dati che faccio seguire:

			mm²	mm²
piante testimoni	vaso n.	1 =	830	782
» »	»	3 =	1085	994
» trattate con solfato di cromo . .	»	4 =	1341	1328
» » » di manganese	»	5 =	1250	1333
» » » di rame. . .	»	9 =	1603	1400

Il rapporto fra le misure delle foglioline delle piante di controllo, che scelsi fra le pochissime che presentavano le maggiori dimensioni e le misure delle foglioline provenienti dalle piante trattate, dimostra come in alcuni casi si ottenesse uno sviluppo della superficie assimilante quasi raddoppiato.

Le conseguenze di questo fatto che, secondo quanto è noto, *subordinato all'attività del radicicola*, per la mutualità dei rapporti fra i simbionti, si riflettono in seguito certamente anche sullo sviluppo del medesimo, toccano molto da vicino uno dei problemi fondamentali dell'agricoltura moderna, quello cioè riflettente il miglioramento dell'utilizzazione dell'energia raggiante solare. Il processo per il quale gli organismi vegetali fissano questa energia in combinazioni chimiche ricche di forze di tensione è dipendente, oltre che dalla potenza organica specifica delle varie specie, anche dalla grandezza della superficie assorbente del corpo vegetale nel quale troviamo la caratteristica della forma espansa, laminare. Le valutazioni della quantità d'energia per tal modo immagazzinata, benchè non possano eseguirsi che con mezzi molto imperfetti, hanno tuttavia portato alla poco confortevole conoscenza che di essa non si ottiene neppure l'utilizzazione dell'1 °/₀. Il còmpito di un sano indirizzo di economia agricola dovrebbe quindi essere quello di aumentare un rendimento così meschino, dal quale, non è chi non vegga, discendono conseguenze della massima gravità.

I risultati degli studi suesposti considerati da questo punto di vista vengono a presentarsi sotto un aspetto di singolare interesse per il miglioramento dell'utilizzazione dell'energia solare ed io confido — continuando nello studio batteriologico-agrario su lo sviluppo e su l'attività del *Bac. radicicola* — di avvisare ai mezzi più acconci per favorire la cultura intensiva, la quale ancora una volta si dimostra legata in singolar modo ai naturali fenomeni della fissazione biologica dell'azoto atmosferico.

Dal R. laboratorio di bacteriologia agraria, Roma, luglio 1906.

Riviste

VIERHAPPER F. — **Monographie der alpinen Erigeron - Arten Europas und Vorderasiens.** Studien über die Stammesgeschichte derselben auf Grund ihrer morphologischen Beschaffenheit und geographischen Verbreitung. — Beihefte zum Bot. Central. herausg. von Prof. Uhlworm. Band XIX, Zweite Abteilung Heft 3 s. 385-560.

È un interessante lavoro condotto con seri e profondi criteri scientifici. Premesso un elenco dei numerosi erbari consultati e del ricco materiale avuto in esame, la prima parte di questo studio si occupa della morfologia comparata degli organi vegetativi e fiorali dei gen. *Erigeron* e *Trimorpha*: poichè l'A. distingue dagli *Erigeron* veri che hanno due sole sorta di fiori nei capolini, le specie *acris*, *alpinus*. etc... (che altri autori ascrivono alla sect. *Trimorphaea* del medesimo genere) in un gruppo a sè costituente il gen. *Trimorpha* già ammesso dal Cassini fin dal 1816. Egli fa una minuta analisi delle foglie, dei cauli, delle produzioni tricomatose, delle squame involucranti dei fiori e dei frutti, analisi da cui deduce i principi fondamentali per la classificazione delle specie e per la subordinazione delle varie forme.

Delle singole specie - che sono minutamente descritte e corredate di notizie bibliografiche, di osservazioni critiche e di un copioso elenco di località di tutti gli esemplari esaminati, noi non citeremo che quelle che rientrano nel dominio della nostra flora.

Gen. TRIMORPHA Cass.

SECT. — *Brachyglossae.*

Trimorpha acris (L.) Cass.

SECT. — *Macroglossae.*

SUBSECT. 1ª — *Hirsutae.*

T. alpina (L.) Vierh.
- *a*) gracilis.
- *b*) calcarea.
- *c*) compacta.
- *d*) intermedia.
- *e*) strigosa.

T. Epirotica Vierh. *sp. n.* (*etiam in Aprutio*).
T. neglecta Vierh.

SUBSECT. 2ª — *Glandulosae.*

T. attica Vierh.
T. alba Vierh.

Gen. ERIGERON Cass.

SECT. — *Pleiocephali.*

E. polymorphus Scop.
- *a*) glabratus.
- *e*) unifloroides.
- *f*) occidentalis.

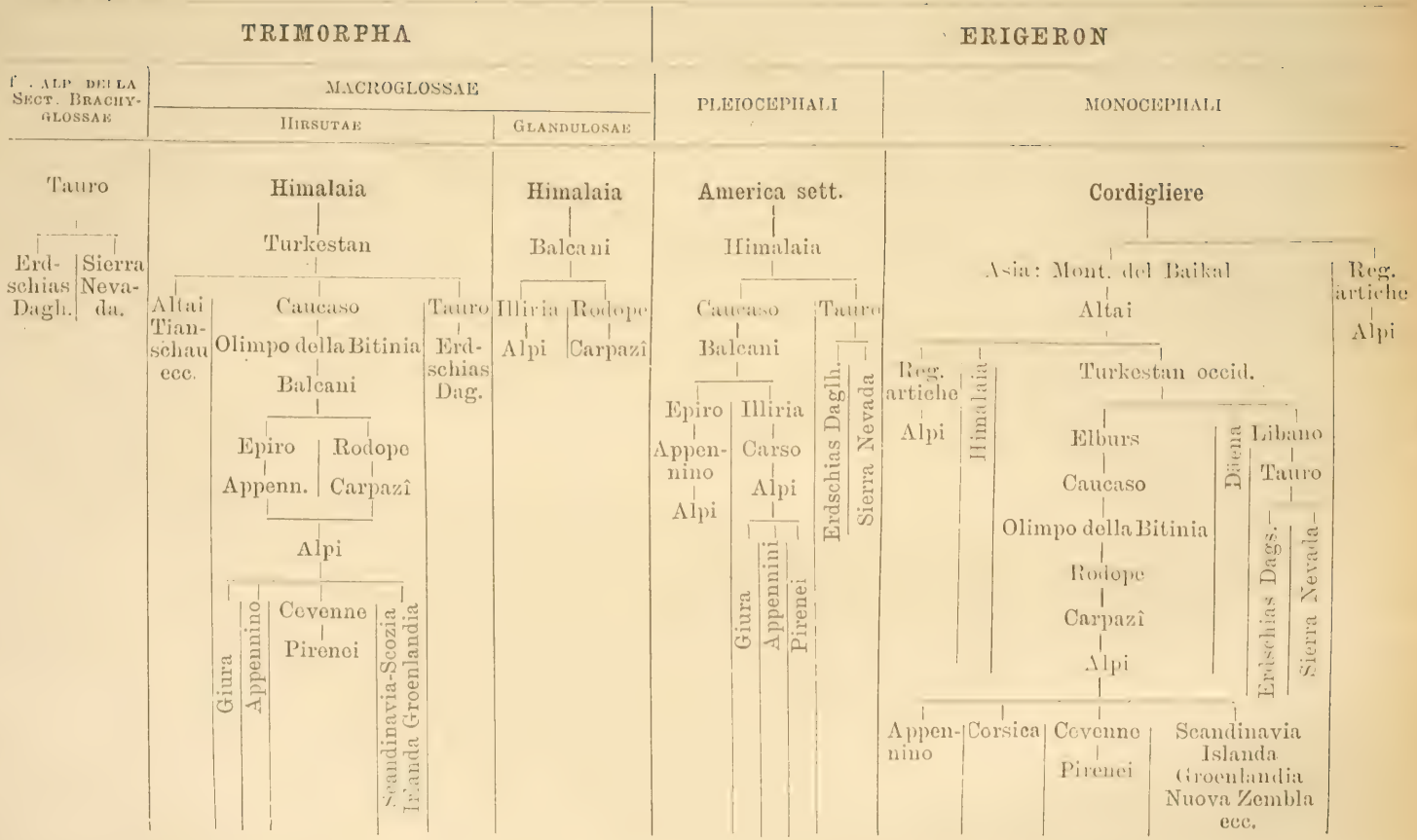
SECT. — *Monocephali.*

E. uniflorus L.
- *a*) typicus.
- *c*) Tatrae.
- *d*) Valesiacus.
- *e*) Aprutii.

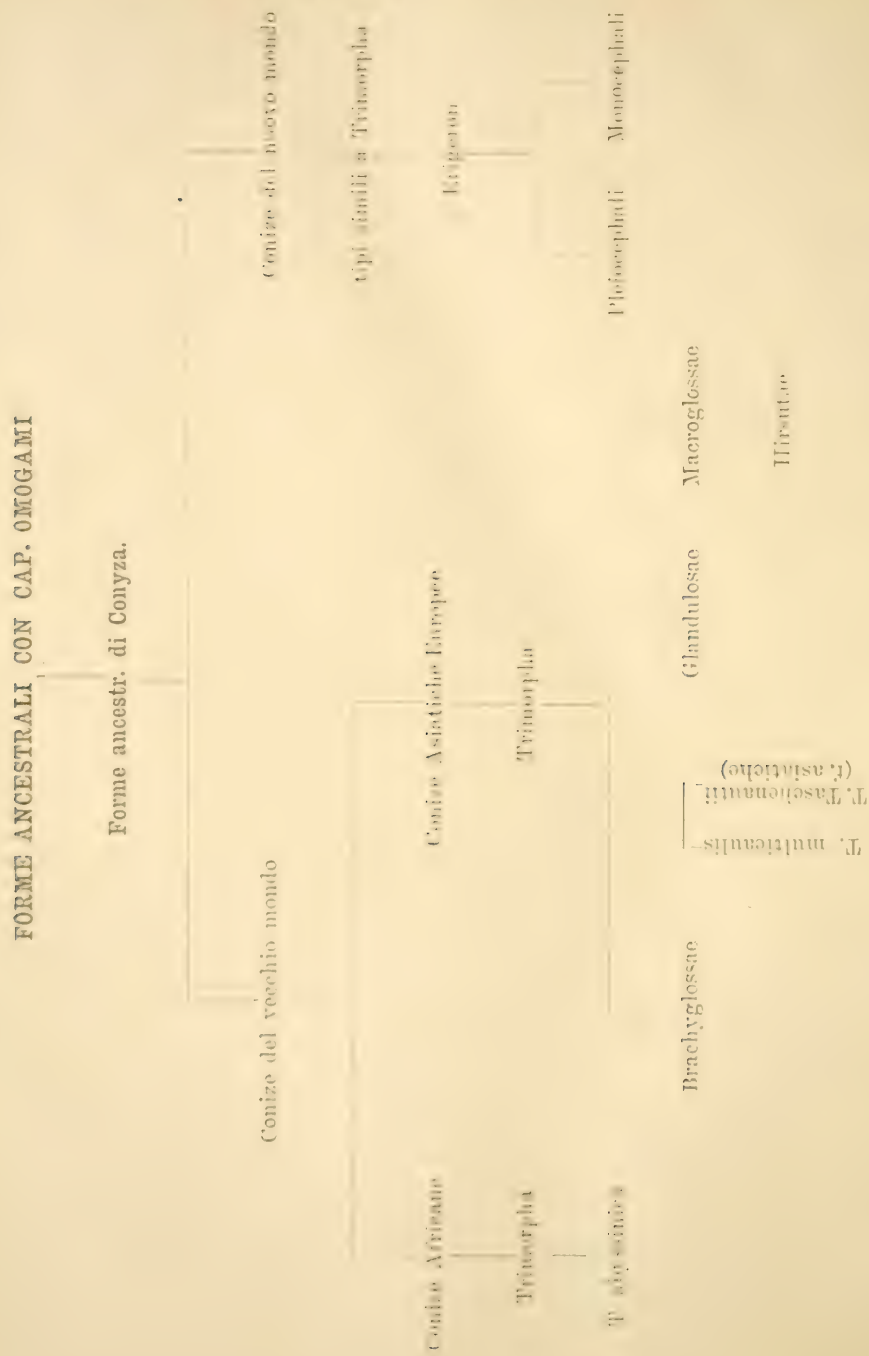
HYBRIDI.

T. alpina (*f.* intermedia) × E. uniflorus = E. Engadinense Brügg.
T. attica × E. polimorphus (= T. Vandasii Vierh.).
T. alba × T. alpina.
T. alba × E. polimorphus ?
T. alpina × E. polymorphus ? = E. helveticus Brügg. formae : α, β, γ.

La terza parte riguarda le deduzioni filogenetiche tolte dalla analisi minuta ed esatta — quindi impossibile a riassumersi nei limiti della nostra rivista bibliografica — dei rapporti di parentela delle singole forme alpine dei gen. *Trimorpha* ed *Erigeron*, trattando della loro origine geologica, della distribuzione geografica ecc. Molto interessante è pure quanto riguarda la diffusione delle forme sulla superficie terrestre, diffusione che può venire schematicamente riassunta nella seguente tabella :


TRIMORPHA
ERIGERON
f. alp. della Sect. Brachyglossae
Macroglossae
Hirsutae
Glandulosae
Pleiocephali
Monocephali
Tauro
Erdschias Dagh.
Sierra Nevada.
Himalaia
Turkestan
Altai Tianschau ecc.
Caucaso
Olimpo della Bitinia
Balcani
Epiro
Appenn.
Rodope
Carpazî
Alpi
Giura
Appennino
Cevenne
Pirenei
Scandinavia-Scozia Islanda Groenlandia
Tauro
Erdschias Dag.
Himalaia
Balcani
Illiria
Alpi
Rodope
Carpazî
America sett.
Himalaia
Caucaso
Balcani
Epiro
Appennino
Alpi
Illiria
Carso
Alpi
Giura
Appennini
Pirenei
Tauro
Erdschias Daglh.
Sierra Nevada
Cordigliere
Asia: Mont. del Baikal
Altai
Reg. artiche
Alpi
Himalaia
Turkestan occid.
Elburs
Caucaso
Olimpo della Bitinia
Rodope
Carpazî
Alpi
Dinna
Libano
Tauro
Erdschias Dags.
Sierra Nevada
Appennino
Corsica
Cevenne
Pirenei
Scandinavia Islanda Groenlandia Nuova Zembla ecc.
Reg. artiche
Alpi

Le deduzioni filogenetiche — secondo le opinioni dell'A. — possono venire riassunte nel seguente ipotetico schema:



donde risulta evidente la derivazione dei gen. *Trimorpha* ed *Erigeron* dal gen. *Conyza*.

Fra le specie nostrali è molto interessante la distribuzione della *Trimorpha Epirotica* che dall'Epiro e dai Balcani si trova in Italia limitata solo agli Abruzzi (M. Morrone, Vettore, Velino, Sirente, Pizzo di Sevo). Senza dubbio ulteriori ed accurate ricerche sulla flora meridionale metteranno in rilievo i punti di collegamento e di diffusione attraverso la nostra regione di questa forma orientale.

Alcune tavole illustrano i caratteri sistematici più importanti tolti dal frutto e dalle formazioni tricomatose dei due generi, le loro forme principali — molto opportunamente tratte da fotografie di esemplari d'erbario. Due carte geografiche schematicamente accennano alla distribuzione delle principali specie in Europa e nell'Asia anteriore.

FABRIZIO CORTESI.

Notizie ed Appunti

La Direzione generale delle privative affidata in modo egregio all'ing. Roberto Sandri dalla quale dipende il R. Istituto sperimentale dei tabacchi in Scafati, ha pubblicato recentemente tre lavori che attestano dell'indirizzo ottimo dato alle ricerche nell'Istituto medesimo, allo scopo di preparare con accurati lavori scientifici i materiali necessari agli studi di applicazione per rendere sempre migliore e proficua da noi la coltivazione e la produzione dei tabacchi.

Il dott. Emilio Anastasia, tecnico nel R. Istituto di Scafati, ha pubblicato: *Le varietà tipiche della Nicotiana Tabacum* L. Scafati, 1906. Espone i risultati delle sue ricerche condotte per un decennio intorno alle forme pure di tabacchi, alle varietà tipiche della *Nicotiana Tabacum* L., che riduce a poche, alle forme numerose, agli incroci, descrivendo tutto particolareggiatamente e illustrando con numerose e belle tavole. Il dott. Anastasia rivolge la preghiera a tutti i coltivatori di tabacco di inviare campioni di semi al *R. Istituto sperimentale* di Scafati (Italia), desiderando completare i materiali per un nuovo lavoro.

Il dott. Leonardo Angeloni, direttore dell'Istituto sperimentale ha dato alle stampe: *Costituzione e fissazione delle razze dei tabacchi a mezzo di meticciamento.* Scafati, 1906. Suo scopo principale fu di fare esperienze per arrivare alla coltivazione e fissazione di nuove varietà indigene. Egli lo ha, in parte almeno, raggiunto e nel presente lavoro, indicato il metodo seguito, descrive appunto e figura in bellissime tavole, un numero considerevole di razze da lui ottenute e fissate.

Il dott. Achille Splendore, pure dell'Istituto di Scafati, alla sua volta pubblica: *Sinossi descrittiva ed iconografia dei semi del genere Nicotiana.* Portici, 1906. Consta di due parti, la prima di testo, la

seconda di tavole illustrative. Nel testo sono descritti i semi delle specie e di numerosissime varietà, forme, ibridi, specialmente in riguardo alla forma, al colore, alla scoltura, alle dimensioni, al peso. L'autore è giunto a interessanti risultati scientifici e pratici sul valore del seme nella distinzione delle forme e per una razionale selezione.

I tre lavori sono veramente degni di elogio.

Il prof. Eugenio Baroni ha testè, ad opera del solerte editore Licinio Cappelli di Rocca S. Casciano, pubblicato la: *Guida Botanica ossia Chiavi analitiche per determinare le piante spontanee che vivono principalmente nell'Italia media.* Con 360 figure intercalate nel testo ed un elenco dei termini tecnici usati. Rocca S. Casciano, 1907.

Il volume di 575 pagine costa L. 7. — Quantunque questo libro di compilazione non vada privo di mende ed abbia quei difetti che tutti i lavori di questo genere posseggono in grado più o meno elevato, tuttavia esso tornerà praticamente utile agli studiosi, agli insegnanti, agli allievi per trovare prontamente e senza gravi difficoltà il nome delle piante spontanee e delle principali coltivate nell'Emilia, Toscana, Marche, Lazio, Umbria.

Il prof. Lino Vaccari ha pubblicato la seconda edizione italiana modificata e accresciuta della *Flore alpine de poche*, di R. Correvon. Egli la intitola: *Flora alpina tascabile per i touristi delle Alpi e degli Appennini.* Torino, C. Clausen, 1907. — Il libro è illustrato da numerose tavole a colori.

È uscito il 1° fascicolo del I volume del periodico: *Progressus Rei Botanicae*, pubblicato dalla Association internationale des Botanistes, e redatto dal dott. I. P. Lotsy. Contiene lavori di E. Strasburger, H. D. Scott, Ch. Flahault.

R. P.

Vol. V. [pubblicato il 12 gennaio 1907] Fasc. 2°

ANNALI DI BOTANICA

PUBBLICATI

DAL

Prof. ROMUALDO PIROTTA

Direttore del R. Istituto e del R. Orto Botanico di Roma

Prezzo del presente fascicolo: L. 9,00.

INDICE.

Scotti L. — *Contribuzione alla Biologia fiorale delle "Personatae"*, pag. 101.

Ricerche di morfologia e fisiologia eseguite nel R. Istituto Botanico di Roma. — XII. Pantanelli E. — *Meccanismo di secrezione degli enzimi*, pag. 229.

Casu A. — *Contribuzione allo studio della flora delle saline* (con due figure nel testo), pag. 273.

Ricerche di morfologia e fisiologia eseguite nel R. Istituto Botanico di Roma. — XIII. Pantanelli E. — *Meccanismo di secrezione degli enzimi* (con una figura nel testo), pag. 355.

Riviste, pag. 417.

Notizie ed Appunti, pag. 421.

ROMA

TIPOGRAFIA ENRICO VOGHERA

1907

Gli **Annali di Botanica** si pubblicano a fascicoli, in tempi non determinati e con numero di fogli e tavole non determinati. Il prezzo sarà indicato numero per numero. Agli autori saranno dati gratuitamente 25 esemplari di estratti. Si potrà tuttavia chiederne un numero maggiore, pagando le semplici spese di carta, tiratura, legatura, ecc.

Gli autori sono **responsabili** della forma e del contenuto dei loro lavori.

N.B. — Per qualunque notizia, informazione, schiarimento, rivolgersi al prof. R. Pirotta, R. Istituto Botanico, Panisperna, 89 B. — ROMA.

Contribuzioni alla Biologia fiorale delle "Personatae"

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

VI. (1)

Note raccolte dal Dott. Luigi Scotti.

Questo fascicolo fa seguito al N. IV. Le famiglie seguenti, secondo Engler (2), fanno ancora parte — insieme alle *Verbenaceae* ed alle *Labiatae* (*Labiatiflorae*) che tratterò in appresso — dell'ordine delle « Tubiflorae ».

Ho adottato per questo gruppo engleriano di piante, molto polimorfo e vasto, la classificazione tenuta dallo Schimper (3), soltanto per una più facile divisione della materia.

Fam. Solanaceae.

Gen. **Datura** L.

D. Metel L., a fiori bianchi, convolvuliformi, con tubo lungo circa 6 cm., ed aprentisi di sera, è sfingofila (Mattei G. E.) (4).

D. meteloides DC. è proterogina (*Schneck*) (5). Secondo Cockerell (*Notes on New Mex. flowers* etc. Bot. Gaz. XXIV, p. 104: 1897) è visitata da *Phlegethontius* nel Nuovo Messico, e da numerosi individui di *Apis*. Lo stesso autore (*Amer. Natur.* XXXVI, 1902, p. 811) notò pure *Xylocopa arisonensis* e *Caupolicana yarrowi* a visitarne i fiori.

(1) N. I. *Ranales*, in Rivista it. di Sc. Naturali, N. 3-4, 5-6, 7-8, Siena 1905.
N. II. *Liliiflorae*, in Annali di Botanica del Prof. R. Pirotta. vol. II, fasc. III, pp. 493-514.
N. III. *Centrospermae*, in Malpighia, XIX, 3, 1905.
N. IV. *Tubiflorae*, in Ann. di Botanica del Prof. R. Pirotta, vol. III, fasc. 2, pp. 143-167.
N. V. *Rubiales*, ibidem vol. IV, fasc. 3, pp. 145-193.
(2) *Syllabus der Pflanzenfamilien*, Berlin, 1903.
(3) Strasburger, ecc. *Trattato di Botanica*, trad. it. di C. Avetta.
(4) *I Lepidotteri e la Dicogamia*, p. 31.
(5) *Proterogyny in Dat. Meteloides*, Bot. Gaz. XII; 1887, p. 223.

FEB 16 1907

D. Stramonium L. ha fiori omogami (*Kirchner* (1), *Schulz* (2)), imbutiformi in alto.

Il fiore si apre per lo più la sera e tramanda un forte odore disgustoso che di sera nei fiori sbocciati di fresco è più sensibile che di giorno. Col tempo cattivo il fiore si chiude, ripiegandosi la corolla. In fondo al fiore sono visibili cinque nettaropili, tubolosi, formati dalle basi posteriori dei filamenti staminali concresciuti insieme al tubo della corolla, e saldati per le loro porzioni anteriori e laterali (*Revolverblüte*, sec. *Kerner*).

Lo stilo varia poco in lunghezza; più comunemente il suo stimma è quasi alla stessa altezza delle antere introrse, e quindi — essendo il fiore quasi eretto — il polline cade da sè su lo stimma e l'autoimpollinazione spontanea è inevitabile. Questa poi — se coronata o no da successo, non è noto (3) — è anche favorita dal ripiegarsi della corolla durante il tempo cattivo.

Secondo Kirchner (loc. cit.) il nettare è secreto dalla base dell'ovario e raccolto alla base dei filamenti, ma Schulz (loc. cit.) riporta di non aver riscontrato nettare in questa specie.

È sfingofila (*Kirchner*, *Mattei*, loc. cit.). Knuth (*Hand. d. Blütenblg.* II, 2) osservò, frequente, *Meligethes* soltanto.

Nel Maryland, nella Florida, secondo Howard (*Yearbook: Unit. Stat. Departm. Agric.* 1898, p. 131) i fiori sono visitati da due sfingi del gen. *Phlegethontius*, i cui bruchi sono dannosissimi alle foglie del Tabacco.

D. ferox L. è pure sfingofila (*Mattei*, loc. cit).

D. arborea L., dell'America meridionale, fu detta ornitofila (*Gould* [(p. 130) *Delpino*, (Ult. Oss. II, 2, p. 334) *Darwin* (*Eff. fec. inc.* etc. p. 269, sub *Brugmansia*)] ma per la lunghezza del tubo, l'odore veemente, il colore biancastro, la fioritura vespertina, deve considerarsi piuttosto sfingofila. I fiori di colore bianco-giallognolo, di odore citrino o di magnolia, si aprono la sera e si chiudono al mattino seguente per riaprirsi la sera successiva.

È eterogama e adinamandra in modo assoluto (*Mattei*, loc. cit).

D. sanguinea R. et P. secondo Delpino (l. c.) è analoga a *D. arborea*. I fiori penduli, imbutiformi, di questo albero dell'Ecuador, sono lunghi 15-18 cm., di color verde nella porzione inferiore, rosso o giallo nella superiore, ed esternamente solcati da linee longitudinali verdi. Hanno spiacevole odore, mentre quelli di *D. cornigera* Lagerh. e *D. aurea* Lagerh. specialmente verso sera emanano gratissimo odore.

(1) *Flora von Stuttgart*, p. 571; 1888.
(2) *Biblioteca Botanica*, Heft 10, p. 73; 1888.
(3) Hildebrand: *Geschl. — Vertheil. bei den Pflanzen*, p. 70.

Il nettare è secreto abbondantemente alla base dei filamenti staminali; le antere emettono il polline prima che lo stimma sia maturo; lo stilo ha quasi la stessa lunghezza degli stami.

I fiori sono visitati dal colibrì *Docimastes ensifer*, mentre colibrì a becco più corto producono fori nella corolla (*De Lagerheim*, Monogr. d. ecuadorian. Art. d. Gattung « Brugmansia » in *Engl. Bot.* Jahrb. XX, 1895, p. 662).

Pure sfingofili sono i fiori di *Solandra levis* rassomiglianti a quelli di *D. arborea*. Essi sòno di color bianco-verdastro, con un tubo lungo 14 cm. ed infundibolo lungo 4 cm. (*Mattei*, loc. cit. p. 37). Th. Belt (*Naturalist in Nicaragua*) ne ha studiato la fecondazione per opera dei colibrì *Heliothrix*. (Nel Manuale del Wiesner — *Biolog. d. Pflanz.* 1889, p. 155 — è riportata l'illustrazione d'un fiore di *Solandra* visitato da *Heliot. aurita*, tolta dal Brehm. Ma nel Brehm (Uccelli, IV, p. 100; trad. ital. 1870) a visitare il fiore di *Solandra* c'è *Docimastes ensifer*, altro colibrì, ma abbastanza diverso dal Baciafiori — *Hel. auritus*, — illustrato a pag. 107).

Gen. **Hyoscyamus** L.

H. niger L. ha fiori omogami. La corolla, debolmente zigomorfa, presenta dei nettarindici violetti. La metà inferiore dell'ovario, colorata in giallastro un po' più fortemente della metà superiore, secerne nettare che si raccoglie nel fondo glabro del tubo.

I filamenti sopra la loro inserzione sono pelosi e si addossano allo stilo, curvato in basso. Alla base dei filamenti si trovano tre accessi al nettare, chiusi da peli. Mediante la visita degl'insetti — bombi — l'eteroimpollinazione è favorita dal trovarsi lo stilo sovrastante alle antere e quindi viene toccato prima (Kirchner, *loc. cit.* p. 570).

Secondo Kerner (1), nel gen. *Hyoscyamus* l'incrociamento è favorito dallo scambio di posto fra le antere e lo stimma.

Nei fiori giovani lo stimma occupa il centro del fiore, ed essendo fortemente vischioso e *già maturo*, può ricevere soltanto il polline portato dagl'insetti; le antere sono addossate alle pareti della corolla.

Nei fiori vecchi le antere sono avvicinate ed occupano il centro del fiore, mentre lo stimma si è ritirato da una parte ed appoggia contro la corolla.

Inoltre, secondo lo stesso Kerner, durante la fioritura le foglie fiorali si accrescono e si allungano, di guisa che gli stami con esse saldati, vengono portati sovra i margini laterali dello stimma. Egli ha notato che le antere, le quali si trovano a 7 mm. sotto lo stimma nella mattina in cui si aprono i fiori, si sono già inalzate fino ad esso nella sera dello stesso giorno, per effetto dell'allungamento contemporaneo del tubo e degli stami con esso saldati.

(1) *Vita delle piante*, II, pp. 272, 300.

Ludwig (1) osservò questa specie ginomonoica.

In *Hyosc. niger* L. *b. agrestis* Veit. lo stesso Ludwig (2) notò che i fiori terminali sono spesso cleistogami, evidentemente perchè i frutti che andavano formandosi nelle parti inferiori dell'infiorescenza, distoglievano le sostanze nutritizie dall'arrivare al sommo dell'infiorescenza. Avendo egli asportato i fiori situati più in basso, ottenne di nuovo dei fiori casmogami, all'estremità dell'infiorescenza.

Sprengel osservò i fiori visitati da *Bombus*, i quali per le loro dimensioni sembrano i più adatti, ma Müller (*Befruch.* p. 275), vide soltanto *Halictus cylindricus* ♀ a raccogliere polline.

H. albus L. ha un tubo corollino bianco-giallastro che sporge 2 cm. fuori del calice, ed è lungo 1,5 cm. Subito dopo l'apertura del fiore lo stimma è sessualmente maturo, e poscia si aprono le logge dell'antera dello stame superiore, deponendo il polline su lo stimma, sul quale lo stame è piegato. Gli altri stami si sviluppano successivamente e si piegano verso lo stimma.

L'autoimpollinazione spontanea è perciò inevitabile, ed è necessaria mancando le visite degl'insetti (*Knuth P.*) (3).

Comes (4) ha osservato che gli stami, i quali all'aprirsi del fiore si trovano ad un livello più basso dello stimma, in seguito si allungano e rasentano lo stimma con le loro antere riboccanti di polline. A questa impollinazione succede una completa maturazione dei semi.

H. albus L. var. *Major* Mill. ha fiori proterogini, nettariferi.

Quando il fiore si apre, lo stimma largo, a capocchia, ne occupa il centro e può ricevere perciò il polline dagl'insetti provenienti da altri fiori più vecchi. Dopo un giorno i cinque stami, per l'allungamento che hanno subìto insieme alla corolla, vengono ad occupare il centro del fiore, sorpassano in lunghezza lo stimma, e le antere mature emettono polline in abbondanza. Lo stimma si trova avvicinato ad un lato della corolla in apposita fenditura, e, nell'effettuarsi di questo movimento, se non ha ricevuto polline per eterogamia, viene impolverato col polline dèl proprio fiore.

Questa fecondazione dev'essere comune ed anche fertile.

Il nettare è secreto dalla porzione basale periferica dell'ovario in gran copia, ed è difeso contro gl'insetti inutili da una fitta peluria

(1) In *Bot. Centralblatt*, Bd. VIII, p. 237.

(2) *Weitere biolog. Mittheilungen*, Bot. Centralbl. VIII, N. 42, 1881.

(3) *Blüthenbiologische Beob. auf der Insel Capri*, Gent. 1893, p. 11; Botanish Jaarboek, V Jaarg.

(4) *Ulter. studi su la Impollinazione* ecc. Rend. Acc. sc. fis. mat.; Napoli 1879, fasc. III, febbraio.

che ricopre i filamenti nella loro porzione basale. Questi sono colorati in violaceo soltanto nello spazio fra la fauce e la parte che sostiene le antere; lo stimma ha invece colorata solo la porzione stilare.

I fiori, quantunque vistosi per il colore giallo-chiaro del lembo e per la macchia violaceo-porporina che tinge la fauce, i filamenti e lo stilo, sono poco ricercati dagli insetti a motivo dell'odore disgustoso che emana dal fiore e da tutta la pianta (*Pandiani*) (1).

Pandiani (loc. cit. p. 64) cita come unico pronubo riscontrato *Bombus terrestris*, raro.

Gen. **Scopolia** Jacq.

S. carniolica Jacq. (= *Scopolina atropoides* Schult.) è proterogina (*Hildebrand*) (2). Secondo Kerner (loc. cit.) vi ha luogo lo scambio di posto fra le antere e lo stimma come in *Hyoscyamus*. Secondo Loew (3) concorda nelle disposizioni fiorali con *Atropa Belladonna*, descritta da Müller (*Weit. Beob.* III, p. 24).

Egli la vide più volte visitata nel giardino botanico di Berlino da *Andrena fulva*, la quale si cacciava interamente nella campana fiorale e, a giudicarne dal suo indugiarsi in essa, ne profittava del nettare.

Gen. **Nicotiana** L.

N. rustica L. La corolla è giallo-verdognola con breve tubo, nel quale si raccoglie il nettare secreto dalla porzione inferiore dell'ovario, colorata in arancio. I filamenti staminali i quali sono incurvati su l'ovario, contro lo stilo dal quale in alto si allontanano, sono nella loro parte inferiore forniti di peli morbidi che proteggono dalla pioggia il nettare, al quale conducono cinque accessi (*Recolverblüthen* di Kerner; *Kirchner*, loc. cit. p. 573).

Secondo Comes (loc. cit.) l'impollinazione omoclina è possibile, giacchè gli stami che in principio sono più corti dello stilo, diventano in seguito più lunghi, ed a sviluppo completo rasentano lo stimma con le loro antere riboccanti di polline.

Anche Kerner (loc. cit. p. 358) riporta che l'autogamia in *Nicotiana*, come in *Hyoscyamus*, è dovuta all'allungamento delle foglie fiorali, per cui gli stami saldati alla corolla, vengono portati sopra i margini laterali dello stimma. Egli ha constatato che

(1) *I fiori e gl'insetti*; Genova, 1904, p. 63.
(2) *Die Geschl.-Vertheilung* ecc. Leipzig, Engelmann, 1867; p. 18.
(3) *Blütenbiol. Beiträge*, II: Jahrb. f. wiss. Botanik, XXIII, p. 209; 1891.

l'allungamento che subisce il tubo corollino in *N. Tabacum* è di circa $^1/_2$ cm.

Secondo Mattei (loc. cit. p. 35) *N. rustica* è forse più falenofila che sfingofila.

Focke (1) ha osservato che gl'ibridi di *N. rustica* e *N. paniculata* (ambedue visitate normalmente da falene) erano frequentati da *Bombus lapidarius* che forava il fiore per succiarne il nettare, che nell'ibrido sembra più abbondante che nelle forme genitrici. Infatti lo stesso *Bombus* non visitò la *N. rustica* che fioriva accanto.

N. Tabacum L. Al principio della fioritura lo stimma è già maturo, mentre le antere talvolta sono ancora chiuse e talaltra sono già aperte: si ha cioè proteroginia ed omogamia. Anche l'altezza delle antere rispetto allo stimma non è sempre la stessa.

Un'antera è sempre più bassa dello stimma, le altre quattro o sono ad eguale altezza o di poco più in basso; ovvero due di esse sono allo stesso livello dello stimma e due ad un'altezza maggiore.

L'incrociamento è quindi favorito solo nei fiori debolmente proterogini, e nei fiori omogami in cui gli stimmi sovrastano le antere.

In tutti è facile l'autoimpollinazione spontanea e nella massima parte dei casi è inevitabile: questa, dagli esperimenti di Darwin (2), è coronata da successo.

La corolla è lunga 50-60 mm.; la sua porzione inferiore, concavo-cilindrica, ha circa 30 mm. di lunghezza e 5 mm. di larghezza; la porzione superiore, allargata a campana, ha alla fauce un diametro di circa 10 mm. ed i lembi sono patenti, rosei, e forniti ciascuno d'una linea mediana più cupa.

Il nettare viene prodotto dalla porzione basale, di colore aranciato, dell'ovario e così abbondantemente da raggiungere una considerevole altezza nella parte inferiore del tubo.

I filamenti, concresciuti per qualche tratto col tubo, sono coperti di soffici peli.

Da tutta la disposizione delle parti fiorali si arguisce che l'impollinazione è adattata alle farfalle (*Kirchner*) (3). Tra i visitatori, Knuth (*Handb. d. Blütenb.* II, 2, p. 134) nel giardino botanico di Kiel osservò *Macroglossa stellatarum*, ed anche api.

(1) *Hummeln und Taback*, Kosmos, IV, p. 473, 1880.
(2) *Gli effetti della fecond. incr. e propria*, p. 267.
(3) *Neue Beobachtungen*, p. 52, 1886.

Comes (1874) riporta questa specie come autogama.

Wirt Robinson (*Entomol. News* XIV, 1903, p. 18) dà l'elenco delle seguenti sfingi (*Diludia brontes* Dru., *Cocytius duponchelii* Poey, *Phlegetonthius cingulata* Fabr., *Dilophonota ello* L., *Ancerya alope* Dru., *Eusmerinthus jamaicensis* Dru., *Pachylia ficus* L., *Dupo vitis* L., *Argeus labruscae* L., *Theretra tersa* L. e *Deilephila lineata* Fabr.) da lui catturate in tre sere consecutive, presso Kingston nella Giamaica, su i fiori di *N. Tabacum*.

Molte *Nicotiana* esotiche sono da noi coltivate.

N. acutifolia Burb. dell'America meridionale, ha fiori bianchi, odorosi, che si aprono di sera, con tubo lungo 3 cm. *N. affinis* Hort. pure dell'America meridionale, ha fiori bianchi, visibili nella notte o nel crepuscolo, che emanano un odore analogo a quello del caprifoglio. *N. decurrens* Tausch. del Brasile, ha fiori pure bianchi, aprentisi la sera ed esalanti un forte odore cariofillino. *N. noctiflora* Hook., del Chili, ha fiori che si aprono parimenti la sera, con tubo lungo 3 cm. *N. persica* Lindl. ha fiori giallastri con tubo lungo 4 cm. Sono tutte sfingofile (*Mattei*, loc. cit. p. 35). *N. glauca* R. Grah., autogama, secondo Comes (1874), è visitata da *Nectarinia chalybea* — nel Sud-America — secondo Marloth (*Ber. bot. deuts. Gesells.* XIX, 1901, p. 179). Un colibrì ucciso da Fries R. E. (*Ornithoph. i. d. südamerikan. Flora*, p. 408-409) mostrava polline della suddetta specie fra le penne anteriori del capo e della base del becco.

N. cordifolia Phil. secondo osservazioni di Johow (*Bestäub. chilen. Blüt.* II, p. 32-33) è visitata da colibrì a Masafuera nell'isola di Juan Fernandez, e *N. affinis* Hort (?) è menzionata dallo stesso autore (l. c., p. 34) come una delle specie americane che esercitano la maggiore attrattiva per i colibrì.

N. fragrans Bernh. è pure autogama (*Comes*, 1874).

Gen. **Salpiglossis** R. et P.

Salpiglossis sinuosa R. et Pav. produce, secondo De Bonis, fiori cleistogami; e ne produce pure, se coltivata in terreni magri, argillosi, *S. variabilis* secondo E. Hackel (*Bot. Centralblatt*, Bd. 60; cit. da Knuth, *Handb. d. Blüt.* II, pag. 142).

Gen. **Physochlaena**.

Phys. orientalis G. Don. La corolla violetto-scura, percorsa da venature reticolate, forma un tubo lungo 18-20 mm., gradatamente allargantesi, il cui diametro di circa 4 mm. nella parte inferiore, raggiunge 12 mm. nella porzione superiore. Lo stilo sorpassa di 6 mm. le antere sporgenti dalla bocca del fiore.

Il nettare è secreto da un anello carnoso alla base dell'ovario, ed è protetto da un rivestimento peloso che guarnisce l'interno della corolla e le basi dei filamenti staminali.

La decisa proteroginia e la lunghezza dello stilo assicurano l'eteroimpollinazione mediante le visite degl'insetti: *Apis mellifica* e *Halictus cylindricus*.

osservati da Loew (*Blütenbiolog. Beiträge*, II. pag. 210) nel giardino botanico di Berlino.

Nello stesso giardino è pure coltivata una varietà la quale si distingue dalla forma principale per una maggiore grossezza e lunghezza del tubo corollinico per avere lo stilo più corto, che appena giunge all'altezza delle antere, analogamente a quanto Ledebour (*Flora rossica*, III, pag. 185) riferisce per l'affine *Hyoscyamus physaloides* L.

Gen. **Petunia** Juss.

P. nyctaginiflora Juss. ha fiori bianchi, lievemente odorosi, a tubo molto stretto e lungo cinque centimetri, in fondo al quale si raccoglie il nettare. All'aprirsi del fiore i cinque stami sono disposti in tre serie: lo stame inferiore è il più corto, i due superiori lo sopravanzano in lunghezza, i due laterali sono più lunghi dei due precedenti. Lo stilo è appena più lungo di questi due ultimi, si curva all'apice e porta in alto la superficie stimmatica, cosicchè il polline delle due antere vicine non può in nessun modo cadere da sè su la stimma. Il fiore è così disposto per l'impollinazione incrociata mediante gl'insetti.

Piante sottratte alla visita degl'insetti non hanno abbonito nessun frutto (*Comes*, loc. cit.).

Macchiati (Catal.) elenca per questa specie, *Pieris*, microlepidotteri *Musca domestica*, *Sarcophaga carnaria* ed altre mosche grosse, *Polistes gallica*.

Secondo Mattei (loc. cit., pag. 76) è sfingofila. Secondo Johow (l. c. p. 34) è eventualmente ornitofila.

I fiori di *P. violacea* e *viscosa*, visitati prevalentemente da farfalle crepuscolari, esalano durante il giorno un odore assai debole o nullo, ma dopo il tramonto del sole l'odore è assai forte (*Kerner*, loc. cit. pag. 200).

Ingen (1) e Mann (2) riferiscono che i fiori vengono forati da specie di *Bombus* e da *Xylocopa*.

Pet. violacea secondo Darwin è autosterile.

P. hybrida Hort. Nell'Equatore, secondo Lagerheim (*Best. v. Brach. ledif.* p. 114) i fiori di ceppi coltivati erano visitati da colibri.

Gen. **Nierembergia** R. et P.

N. calycina dal tubo esilissimo, lungo 8 cm., è sfingofila (*Mattei*, loc. cit. p. 35).

N. filicaulis Lindl. è proterogina secondo Francke (*Dissert.* 1883, p. 17-18). I filamenti staminali sono addossati allo stilo, e le loro antere sono ricoperte dallo stimma.

Gen. **Sarachea** R. et P.

S. viscosa Schrd. è pure proterogina, con possibile autogamia mediante l'intervento degl'insetti (*Francke*, Diss. p. 17).

(1) *Humble-Bees and Petunia;* Botan. Gazette, XII, p. 89.
(2) *Xylocopa perforating a Corolla-tube;* Psyche, III, p. 298.

Gen. **Schizantus** Rz. et. P.

S. pinnatus R. et. P. e *retusus* Hook. hanno i due stami sviluppati irritabili, di guisa che scattano e lanciano il polline quando un insetto si posi sopra di essi. Lo stilo in questo frattempo è situato in modo che lo stimma si trova fra le antere e le estremità dei due stami corti, abortiti; ma più tardi esso si distende e sorpassa in lunghezza i due stami lunghi, cosicchè lo stimma viene toccato prima da un insetto che visita il fiore.

Oltre l'impollinazione incrociata che, nelle località ricche d'insetti, è la più frequente, può pure accadere l'autoimpollinazione spontanea (*Hildebrand*) (1).

Gen. **Cestrum** L.

C. Parqui L'Her. ha corolla giallo-verdognola, a tubo clavato, lunga 18-20 mm.

I fiori, odorosi di notte, sono, come quelli di *C. aurantiacum* Lindl. del Guatemala, forse più falenofili che sfingofili (*Mattei*, loc. cit. p. 30).

Nel genere *Cestrum* l'autogamia, alla fine della fioritura, è prodotta dal fatto che lo stimma passa attraverso il tubo della corolla che cade, e viene così in contatto col polline. In *C. aurantiacum*, le cui antere, portate da filamenti rigidi e lievemente curvati in dentro, sono premute su lo stilo, la corolla rimane ordinariamente per due giorni dopo il suo distacco attaccata allo stilo, e cade insieme con questo soltanto dopo avvenuta la fecondazione. (*Kerner*, loc. cit. p. 359).

R. E. Fries (l. c. p. 407) in alcuni casi osservò il colibrì *Chlorostilbon aureoventris* a visitare i fiori di *Cestrum campestre* Gris., dell'Argentina.

Gen. **Lycium** L.

L. europaeum L., dai fiori roseo-pallidi, è proterogino (*Francke*) (2).

L. barbarum L., come riportano Müller (3), Kirchner (4), Knuth (5), è omogamo; proterogino secondo Kerner (l. c., p. 358).

Il nettare secreto dall'ovario si raccoglie nel fondo del tubo, lungo 7-10 mm. Questo è internamente glabro, e solo alla fauce è for-

(1) *Ueber die Vorrichtungen an einig. Blüt. zur Befrucht. durch Insektenhülfe*, Bot. Zeit. 10, 1866, p. 76.

(2) *Einige Beitr. z. Kenntn. der Bestäub.-einricht. d. Pflanzen;* Inaug. Dissert. Freiburg i B. — Halle, 1883.

(3) *Die Befruchtung* etc., p. 275.

(4) *Flora von Stuttgart*, p. 565.

(5) *Blumen und Insekten auf den Nordfriesischen Inseln*; Kiel und Leipzig, Lipsius und Tischer, 1894, p. 108.

nito d'una morbida peluria che protegge il nettare dalla pioggia e dai visitatori inutili. Stami e stimma sono di eguale lunghezza: talvolta lo stimma è piegato in su, sopra gli stami.

Gl'insetti visitatori possono effettuare etero ed autoimpollinazione, e quest'ultima ha luogo nella massima parte dei casi, mancando le visite degl'insetti (*Müller*, loc. cit.).

Secondo Kerner (loc. cit., p. 358) l'autogamia nei fiori di questa specie è dovuta all'allungamento della corolla combinato con quello dei filamenti staminali: mediante tale allungamento (di $^1/_2$ cm. in 24 ore) le antere vengono inalzate all'altezza dello stimma.

Oltre la forma dei fiori descritta da Müller, Knuth ne trovò altri in cui lo stimma era un po' più lungo delle antere: in questi fiori lo stimma era piegato in basso e le antere rivolte in alto, cosicchè l'eteroimpollinazione vi è favorita, poichè gl'imenottori, penetrando nei fiori, vengono a contatto prima con lo stimma e poi con le antere. Più tardi, quando i fiori già cominciano a perdere il loro colore violetto, i filamenti sono allungati di tanto che lo stimma viene a contatto con le antere ed ha luogo l'autoimpollinazione spontanea. Müller (loc. cit.) riporta come visitatori: *Apis mellifica*, frequente, *Bombus agrorum*, *B. lapidarius*, entrambi succianti nettare.

In « Weitere Beob. » (III, p. 23) aggiunge ancora:

Anthophora aestivalis, *A. quadrimaculata*, *Bombus Rajellus*, *B. silvarum*, *B. tristis*, *Eucera longicornis*, *Melecta luctuosa*, fra gl'imenotteri, e *Syrphus balteatus*.

L. arabicum Schwfth. secondo E. Fisch (1) è proterogino.

Il nettare è accessibile soltanto ad insetti a lunga tromba, come per *L. barbarum* osservava lo Knuth.

L'allungamento dei filamenti staminali mediante il quale è possibile l'autogamia, come Kerner riferisce per *L. barbarum*, non fu constatato in questa specie.

I fiori pendenti sono più o meno protetti contro la pioggia, ma non lo sono invece quelli eretti.

Manca pure in questa specie il rivestimento peloso che già Sprengel (*Das entdeckte* etc., p. 150) per *L. afrum* ed *americanum*, e Müller per *L. barbarum*, riguardarono come mezzo di protezione del nettare.

L. tubulosum Nees., arbusto od albero del Sud-Africa, ha fiori pendenti, bianchi, nettariferi. La corolla è notevolmente curvata, lo stimma è completamente lontano dalle antere, cosicchè l'eteroimpollinazione è assicurata. Scott Elliot (*Ornithoph. Flow.* p. 271) ne vide i fiori frequentemente visi-

(1) *Beiträge z. Blütenbiologie;* Bibliot. Botanica, Heft 48, p. 53, 54; Stuttgart, 1899.

tati da *Nectarinia chalybea;* inoltre entrano nei fiori coleotteri, *Apis mellifica* ed altri imenotteri.

L. capense Mill. è analogo a *L. barbarum* descritto da Müller.

Quali visitatori Scott Elliot (*S. Afric.* p. 366) osservò al Madagascar *Apis mellifica* e diverse farfalle diurne.

L. cestroides Schlecht. e *L. confusum* Dammer del Sud-America sono visitati secondo Fries (l. c. p. 402-404-406) da colibri, e Cokerell nel Nuovo Messico osservò api — *Paranomia nortoni* e *Podalirius bomboides* var. *neomexicana* a visitare i fiori di *L. vulgare* Dun. (Bot. Jb. 1901, II, p. 583).

Gen. **Jochroma** Benth.

J. macrocalyx Benth. è una specie sud-americana visitata esclusivamente dai colibrì.

Quando il fiore si apre, emerge innanzi tutto lo stimma maturo, ma poco dopo gli stami si distendono e sovrastano infine lo stimma. L'autoimpollinazione però viene evitata per la posizione pendula dei fiori.

Il nettare è secreto abbondantemente alla base dell'ovario.

Questa specie è interessante per la presenza di idatodi (1). Il calice è alla base largo 12-17 mm; quindi molto di più del tubo corollino, mentre in alto è solidamente addossato al tubo della corolla. Qualora con la punta di un coltello si faccia un piccolo foro nel calice e lo si prema, ne sprizza subito fuori un getto d'acqua. È la parete interna del calice che è rivestita da tricomi secernenti acqua — idatodi —, analoghi a quelli descritti da Treub (2) nella bignoniacea *Spathodea campanulata.*

De Lagerheim (*Biolog. d. Jochr. macrocalyx*, etc.) crede che questo liquido — la cui presenza è costante — abbia un'importanza per la pianta. Questa va in fiore prima che si sviluppino le foglie, perciò i bottoni fiorali sono esposti ai raggi verticali d'un sole equatoriale ed alla forte irradiazione notturna. L'acqua rimuove queste dannose influenze, impedendo l'appassire ed il troppo rapido raffreddamento della gemma fiorale.

Ma l'acqua che rimane nel calice per tutta l'antesi è utile ancora in altra guisa. Come i bombi, anche i colibrì — quando l'accesso legittimo al nettare sembri loro in qualche modo difficile — sanno praticare un foro alla base della corolla ed in tal modo frodarla del nettare. Ma quando essi tentano di forare in basso la corolla di *J. macrocalyx*, devono prima praticare un foro nel calice, dal quale sprizza immediatamente l'acqua, che li trattiene da ulteriori tentativi per impadronirsi del nettare. Infatti De Lagerheim trovò molto spesso dei fori nel calice, ma non ne osservò quasi mai nella

(1) Haberlandt G. — *Bau und Function der Hydathoden*, Ber. d. deutsch. bot. Gesells. 1894.

(2) *Les bourgeons floraux du* « Spathodea campanulata » Beauv.; Ann. du Jard. botan. de Buitenzorg, vol. VIII, p. 38-46; Leide 1889. Delpino (*Note ed osserv. bot.*, Decuria I, Malpighia III, 1889) riassumendo questo lavoro del Treub, non ne accetta la funzione protettiva attribuita agl'idatodi.

corolla, ciò che prova che l'acqua è un eccellente mezzo di protezione contro l'accesso fraudolento al nettare.

J. tubulosum Benth., nativo del Messico, è proterogino, e come già Delpino (*Altri appar. dicog. recentem. osservati*, N. G. Bot. It. II, 1870) suppose, visitato dai colibrì, notati ripetutamente dallo Knuth (III, 2, p. 102) nel giardino botanico di Berkeley.

Gen. **Solanum** L.

S. Dulcamara L. ha fiori omogami. Dal centro della corolla stellata si eleva il cono giallo delle antere, sovrastate dallo stilo sporgente. Ogni antera si apre per due fori apicali.

L'incrociamento mediante gl'insetti è favorito dalla posizione degli organi sessuali, poichè lo stimma viene toccato prima delle antere (*Mac Leod*) (1).

Delpino (2) riferisce *Solanum* al tipo Borragineo, adattato alla fecondazione mediante l'intervento degli apidi, ed osservò che *Sol. Dulcamara* è visitata da parecchi bombi, specialmente *B. italicus*. Ma Müller (3) non divide le vedute così esclusiviste del Delpino. Egli riguarda la disposizione fiorale di *Solanum* come eccellentemente adattata ai ditteri, che effettivamente toccano con la loro tromba le cinque prominenze verdi, orlate di bianco, che a due a due stanno alla base dei petali violetti, lanceolati, — e che rappresentano dei falsi nettarii — e poscia lo stimma e l'estremità del cono delle antere, fornita di polline.

Müller (4) non sorprese nei fiori di *S. Dulcamara* altro insetto che *Rhingia rostrata*, ma Delpino (loc. cit.) pensa che tale visita sia affatto accidentale e di nessuna importanza, mentre per Müller (*Weit. Beob.*) la visita dei ditteri dev'essere di efficacia decisiva per la conservazione della specie, dal momento che così spesso manca totalmente la visita delle api.

Del resto anch'egli in « *Alpenblumen* » (p. 267) tra i visitatori cita *Bombus lapidarius*, *Syrphus sp.?* e *Pieris brassicae*. Questo lepidottero è stato pure osservato da me diverse volte a Mortara ed a Casalmaggiore, dove *S. Dulcamara* è frequente fra le siepi.

Hoffer (5), osservando nei dintorni di Graz, riporta che *S. Dulcamara* è il fiore preferito di *Bombus hypnorum*, ed anche *B. lapidarius* vola in talune località preferibilmente per i fiori di questa

(1) *Over de Bevruchting* etc., p. 187.
(2) *Ulter. Oss.* II, 2, p. 295.
(3) *Weitere Beobachtungen*, III, p. 20-21.
(4) *Die Befruchtung*, p. 275.
(5) *Beobacht. ü. Blüthenbesuchenden Apiden*, Bot. Jahresb. Bd. IV, p. 741, 1885.

specie. Knuth (*Handb. d. Blüt.* II, 2, p. 129) osservò *Syritta pipiens*, *Eristalis tenax*, *Apis mellifica*, *Bombus terrester*, cosicchè il fiore sembra adattato ai due gruppi di visitatori.

La descrizione delle disposizioni fiorali data da Kirchner (1) concorda con quella di H. Müller.

S. tuberosum L. ha fiori varianti dal bianco al violaceo, privi di nettare ed omogami (*Müller*, *Knuth* loc. c., p. 109). Il cono giallo delle antere si eleva dal centro del fiore, ed è traversato dallo stilo che, col suo stimma capitato, alquanto piegato in basso, le sovrasta.

Malgrado le ripetute osservazioni, Müller (2) non constatò che due sirfidi — *Eristalis tenax* e *Syritta pipiens* — a divorare il polline di questa specie. In conseguenza della sua posizione sovrastante ed inclinata in basso, lo stimma viene per lo più toccato prima dai sirfidi visitatori, i quali favoriscono l'incrociamento nel caso che fossero già sporchi del polline d'altro fiore precedentemente visitato. Il piegamento in basso dell'estremità stilare in molti fiori è così forte, che lo stimma viene a trovarsi su la linea di caduta del polline, cosicchè è inevitabile l'autoimpollinazione mancando le visite degl'insetti. Ad ogni modo Treviranus (*Bot. Zeit.* 1863, p. 6; cit. da Müller, loc. cit.) non ha pienamente ragione riferendo che le specie di *Solanum* si autofecondano a causa del piegamento dello stilo contro le antere.

Mac Leod (3) riporta d'aver osservato *Meligethes* sp. e *Pieris brassicae* che *spessissimo* caccia l'estremità della sua tromba nel fondo luccicante del fiore, come se volesse succiarne il nettare.

Kirchner (4) nomina come visitatori Bombi e Sirfidi; secondo Delpino (loc. cit.) i fiori sono esclusivamente melittofili e Darwin (5) osservò calabroni.

Presso Kiel, nei fiori per lo più proterogini, Knuth (l. c. p. 128) osservò *Syrphus balteatus* e *Meligethes*; ad Helgoland notò due muscidi: *Coelopa frigida* e *Lucilia caesar*.

La specie è coltivata, ed alcune varietà sono completamente sterili, se non vengono fecondate col polline di un'altra varietà.

S. nigrum L. ha fiori bianchi, senza nettare, omogami. Le antere sono un po' più corte dello stilo, ed i filamenti staminali rigidi e brevi, sono coperti da peli rari, alquanto crespi, ai quali possono aggrapparsi gl'insetti visitatori — api, bombi, sirfidi. Di notte i fiori

(1) *Fl. v. Stuttgart*, p. 566.
(2) *Die Befruchtung*, p. 274-275.
(3) *Loc. cit.* p. 187 in nota.
(4) *Fl. v. Stuttgart*, p. 566.
(5) *Gli effetti della fec. incr. e propria*, p. 279, in nota.

rimangono chiusi (*Kirchner*, loc. cit. p. 567). Müller (*Befr.* p. 275) riporta *Melithreptus scriptus* e *Syritta pipiens*; Sprengel (1) osservò pronube le api e i bombi. Mac Leod (loc. cit. p. 553) cita pure *Syritta pipiens*. Knuth (l. c. p. 129) riporta *Apis*, *Anthophora* sp., *Bombus agrorum*, *B. terrester*.

In « *Weitere Beobachtungen* » (III, p. 23) Müller ribatte ancora le sue ragioni contro Delpino che anche per questa specie contesta l'efficacia della visita dei sirfidi, che ritiene puramente accidentale. Quantunque in *S. nigrum*, egli scrive, l'adattamento ai sirfidi non sia così evidente come in *S. Dulcamara*, pure di quando in quando anche in *S. nigrum* si mostrano i primi rudimenti di tale adattamento.

Le punte dei petali hanno talvolta una macchia violetta, e spesso lungo la loro linea mediana si estende sin verso la fauce una sottile striscia dello stesso colore. E la fauce è abitualmente di colore aranciato.

Robertson (*Flow. Ascl.* p. 582) nella Florida ne vide i fiori visitati da *Bombus virginicus*, e nell'Illinois da *B. virginicus* e *B. americanorum*.

Johow nel Chilì osservò *B. chilensis* (*Zur Bestäub. chilen. Blüten*).

S. Lycopersicum L. (*Lycopers. esculentum* Mill.) ha fiori omogami, privi di nettare. Dal mezzo del fiore sorge il cono degli stami, dai filamenti brevissimi e dalle antere di color giallo-oro, assottigliate all' estremità ed aprentisi per due fenditure longitudinali sommma. Lo stilo filiforme che sorge dall'ovario globoso e traversa il cono delle antere, termina con uno stimma quasi alla stessa altezza delle antere, ovvero un po' più in alto od un po' più in basso.

Tutta la disposizione fiorale ha molta analogia con quella di *Borrago officinalis*, e Delpino (*Ulter Oss.* II, 2, p. 295, 1875) riferisce il fiore al tipo borragineo, melittofilo.

I fiori si aprono separatamente e la corolla, gialla, è in parte nascosta dal calice, cosicchè i fiori sono poco appariscenti e poco visitati dagl'insetti.

Quantunque questi possano effettuare l'incrociamento specialmente nei fiori che hanno lo stimma alquanto sporgente dal cono delle antere, l'autoimpollinazione spontanea ha luogo certamente in tutti i fiori che per avventura non si trovino eretti.

Ordinariamente i fiori sono pentameri, tuttavia si nota non di rado un aumento nei membri di tutti i verticilli (*Kirchner*) (2).

Ponzo (*L'autogamia* etc. III, p. 10 estr.) dice che l'autoimpollinazione è facilmente determinata dalla deiscenza delle antere per la

(1) *Das entdeckte Geheimniss* ecc. p. 129.
(2) *Beiträge zur Biologie der Blüten*, p. 51; 1890.

loro faccia interna e l'autofecondazione è seguita da fruttificazione abbondante.

Fink Bruce (*Poll. and reprod. of « Lycopers » esc.*) trovò i fiori proterogini e visitati da Bombi raccoglitori di polline.

S. rostratum Dun. è una specie americana (Texas, Nebraska, Jowa) molto interessante, descritta ed illustrata da Todd (Am. Natur. XVI. 4 p. 281 : 1882).

I fiori, dalla corolla di color giallo-zolfo, privi di nettare e d'odore, presentano cinque stami, dei quali quattro sono della forma solita e normale, mentre il quinto — l'inferiore — ha quasi una lunghezza doppia degli altri e termina con un'antera molto allungata e ristretta all'estremità in una punta rivolta in alto. (È questa irregolarità che meritò senza dubbio alla pianta il nome specifico che ha avuto).

Il pistillo, che nella forma generale e dimensioni e posizione rassomiglia all'antera ora descritta, è rivolto con la punta dello stilo in direzione opposta a quella dell'antera. Inoltre il pistillo e lo stame più lungo, in fiori differenti, cambiano direzione, cosicchè in alcuni lo stilo è rivolto a destra e lo stame a sinistra, ed in altri avviene il contrario.

Il prof. Todd ha chiamato *destrostili* (right-handed) quei fiori con lo stilo rivolto a destra, e *levostili* (left-handed) quelli con lo stilo volto a sinistra. Egli ha pure osservato che in uno stesso racemo — orizzontale e privo di brattee — si succedono sempre, alternandosi, un fiore destrostilo ed uno levostilo, ed *i fiori aperti nello stesso tempo* dello stesso ramo sono o *tutti destrostili* o *tutti levostili:* soltanto in grandi ceppi si presentano fiori destrostili e levostili in numero quasi eguale.

Il vantaggio di tali disposizioni è così ovvio, che una spiegazione appare appena necessaria.

Come nella maggior parte delle irregolarità presentate dai fiori, si ha in questo caso una disposizione per favorire l'incrociamento. Ed ecco come.

Se un bombo — come Todd osservò — viene a visitare un fiore levostilo, in cerca di polline, esso invariabilmente se lo procura dalle antere dei quattro stami più corti, giacchè non ebbe mai ad osservare che lo cercasse dallo stame più lungo. Afferrando ciascuna antera, presso la base, fra le sue mandibole, con una specie di *milking motion* (*Melkbewegung*, secondo Müller) ne fa uscire il polline dal poro terminale, mentre col movimento delle sue zampe spinge ripetutamente indietro lo stame (elastico) lungo, che lancia una nuvoletta di polline sul corpo dell'insetto.

Se questo poscia vola su un fiore destrostilo che, come è stato detto, molto probabilmente non è su lo stesso ramo ma su un'altra pianta, il polline della maggiore antera del fiore levostilo viene inevitabilmente deposto su lo stimma del fiore destrostilo. Analogamente operando in un fiore destrostilo, il polline verrà deposto su lo stimma d'un fiore levostilo che esso più tardi visiterà.

La specie in parola, come Müller (Kosmos, VII, 4; 1883) ha dimostrato, presenta un esempio di divisione di lavoro da parte delle antere, assicurando l'incrociamento mediante pochi stami.

In questo caso, le antere di eguale colorazione sono diverse soltanto nella forma, in quanto che quattro di esse — le più corte — forniscono ai bombi il polline per l'alimento (*Beköstigungsantheren*), mentre una, più lunga, cede il polline per la fecondazione (*Befruchtungsanthere*).

Questa divisione di lavoro combinata con l'*enantiostilia*, cioè con la presenza di fiori destrostili (*rechtsgriffeligen*) e levostili (*linksgriffeligen Blüten*) contribuisce ad assicurare l'incrociamento nella stessa guisa che l'eterostilia dimorfa (1), poichè i bombi intermediari dell'incrociamento, mentre sfruttano le quattro antere più corte — *Beköstigungsantheren* —, ricevono dalla *Befruchtungsanthere* una nuvoletta di polline sul lato destro del loro corpo nei fiori levostili ed a sinistra del corpo nei fiori destrostili: e questa nuvoletta essi depongono su gli stimmi dei fiori diretti in senso opposto (*Knuth*, Handb. I, p. 129).

S. glaucum Dun., del Brasile, presenta antere a soffietto (*Blasebalgantheren*) le cui pareti molto elastiche lasciano al minimo urto sfuggire dai due pori terminali una nuvoletta di polline finissimo e leggiero (*Delpino* Ult. Oss. II, 2, p. 139-140); antere analoghe a quelle delle Melastomacee.

S. palinacanthum Dun. secondo F. Müller produce, nel Brasile, fiori lonristili e brevistili su lo stesso individuo. Questi ultimi sviluppano stimmi papillosi e ovuli apparentemente normali nell'ovario, ma ciò nonostante fungono da fiori maschili, venendo esclusivamente visitati da api raccoglitrici di polline — *Melipona*, *Euglossa*, *Augochlora*, *Megacilissa*, *Eophila*, etc. — le quali non cacciano mai la loro tromba tra i filamenti (*Nature*, XVII, p. 78).

La riunione di Delpino di diverse forme fiorali entro categorie fisse è stata censurata, ed una delle critiche più severe di Müller riguarda il tipo Borragineo, a cui Delpino riferisce i *Solanum*.

In un recente lavoro, A. Harris (*The Dehisc. of Anthers by Apical Pores*, 1905), senza dare un apprezzamento completo su la classificazione di Delpino, ritiene come soddisfacentemente provate dalle osservazioni posteriormente accumulate, le generalizzazioni di Delpino per questo tipo.

Sol. Dulcamara — considera l'Harris — appartiene evidentemente al tipo Borragineo di Delpino. I sirfidi e lepidotteri osservati da Müller devono essere riguardati come visitatori accidentali o insignificanti. Dalla maggior parte delle osservazioni risulta che *S. Dulcamara* è poco visitato, ma Hoffer in una località trovò i visitatori molto abbondanti ed attivi — non meno di 7 specie *Bombus* ed una di *Osmia*, osservando pure *Rhingia*, *Volucella* ed *Argynnis*. Su *S. elae-*

(1) Willis (*The present position of floral Biology*) non accetta queste vedute di Müller, avendo Burck dimostrato che i fiori di *Cassia*, pur avendo lo stilo rivolto ora a destra ed ora a sinistra, sono veramente autofertili.

agnifolium a Las Vegas, Cockerell (*Nature* 1893, p. 438) catturò 18 specie di apidi appartenenti a 15 generi differenti.

A Parà, nel Brasile, Ducke (*Beob.* I, p. 7 e seg.) osservò come visitatori di *Sol. grandiflorum* (corolla violacea, diam. 2 ½-3 pollici) una specie di *Oxaea*, di *Xilocopa*, di *Bombus* e d'*Halictus* e 6 di *Centris*.

Nella stessa località egli osservò una specie di *Halictus*, 7 specie di *Euglossa* ed una grande specie di *Melipona*, visitanti i fiori di *Sol. toxicarium*. In una specie indeterminata a fiori bleu egli menziona solo specie di *Melipona* specialmente *M. fasciata*, *Bombus cayennensis* e *Halictus*. Darwin riferisce le osservazioni di Fritz Müller su *S. palinacanthum* a S.ta Caterina nel Brasile, visitato esclusivamente da api raccoglitrici di polline. *Sol. sysymbrifolium*, dal profumo molto pronunciato, secondo osservazioni dello stesso Harris richiama api in gran frequenza. Nella sua nota su le api solitarie del Brasile, Schrottky riporta *Sol. Balbisii* (= *S. sysymbrifolium*) come uno dei principali fiori visitati da *Xilocopa*.

Quantunque poche, queste osservazioni — conclude l'Harris — indicano chiaramente il vero metodo d'impollinazione nelle specie actinomorfe del vasto genere *Solanum*. Poche specie sono zigomorfe. Su due di queste furono fatte osservazioni dirette e tutte e due hanno mostrato di essere adattate esclusivamente all'impollinazione mediante grandi api, essendo state osservate *Apis* e *Bombus*, nonchè alcune delle api più piccole.

Gen. **Capsicum** L.

C. annuum L. I fiori hanno corolla bianca, a lobi bislunghi, acuti. Gli stami, eretti, circondano l'ovario ed hanno antere bluastre, le quali deiscono per fessure longitudinali. Queste diventano così larghe che inevitabilmente il polline biancastro, farinoso, deve arrivare su lo stimma, il quale si trova alla stessa altezza delle antere.

All'aprirsi del fiore le antere sono ancora chiuse e lo stimma non è neppure vischioso: però questo diventa sessualmente maturo prima della deiscenza di quelle.

L'ovario secerne piccole gocce di nettare, e, di insetti visitatori dei fiori, Kirchner (loc. cit. p. 52) osservò solo *Thrips* e formiche.

Gen. **Physalis** L.

In questo genere il calice continua a crescere dopo la fioritura e forma una specie di vescica cartilaginea che chiude la bocca.

P. Alkekengi L. è stata già descritta da Sprengel (1).

(1) *Loc. cit.* p. 127.

I fiori biancastri, proterogini, costruiti sul tipo quinario ma non di rado sul tipo quaternario, sono isolati e pendono in giù, ovvero sono piegati obliquamente. Su la corolla si trovano quali nettarindici delle venature verdicce, e sul punto d'inserzione degli stami si osserva un numero di macchie più verdi disposte circolarmente

Il nettare è secreto in scarsa quantità dalla base gialla dell'ovario, verde nel resto: è raccolto nel fondo del tubo e protetto da piccoli insetti mediante peli che si trovano alla base dei filamenti staminali. Lo stimma è già sviluppato quando il fiore si apre, e sovrasta di circa 4 mm. a brevi stami, le cui antere sono ancora chiuse.

Gli stami sono dapprima inclinati verso l'esterno e le antere si aprono all'esterno; ma più tardi essi si avvicinano alquanto allo stimma ancora vivace ed ancora sovrastante, cosicchè per la posizione inclinata del fiore è possibile che il polline cada spontaneamente su lo stimma (*Kirchner*). (1)

Secondo Kerner (loc. cit. p. 358) l'autogamia nel gen. *Physalis* è dovuta all'accrescimento delle foglie fiorali, analogamente a quanto si è detto per *Hyoscyamus*. Nei fiori di *P. Alkekengi* (loc. cit. p. 246) si osservano nel tubo della corolla cinque docce, le quali diventano canali poichè verso il centro del fiore sono ricoperte dai filamenti villosi degli stami. E poichè le antere sono rivolte col lato coperto di polline verso l'apertura dei tubi, gl'insetti le toccano inevitabilmente e si caricano di polline, quando vi introducono il loro succiatoio.

Ph. virginiana Mill. e *P. philadelphica* Lam. secondo Robertson (*Flow.* XIV, p. 146) concordano nelle disposizioni fiorali con *P. lanceolata* Mchx. L'eterimpollinazione è assicurata dalla proteroginia e dallo sporgere dello stimma oltre le antere; mancando le visite degl'insetti può avvenire l'autogamia come in *P. Alkekengi*.

Nell'Illinois la fioritura delle specie di *Physalis* coincide col tempo in cui volano i loro insetti, intermediarii dell'impollinazione, *Colletes willistonii* e *C. latitarsis* (*Robertson*, Am. Natur. XXIX, 1895, p. 109).

Gen. **Nicandra** Adans.

N. physaloides Gaertn. ha corolla azzurro-violacea con fondo chiaro, sulla quale cinque macchie d'azzurro cupo, alternanti con gli stami, fungono da nettarindici. La parte inferiore giallo-pallida dell'ovario, di color turchino chiaro nella porzione rimanente, secerne nettare che si raccoglie nel breve tubo; i filamenti, con la loro base allargata e guarnita di peli ai margini, formano una volta ben

(1) *Neue Beobachtungen ecc.* p. 52, 1886.

chiusa sopra il nettare. L'apertura mediana esistente è riempita dallo stilo (*Kirchner*). (1)

L'autoimpollinazione spontanea vi ha luogo facilmente per la curvatura a semicerchio che subiscono i filamenti, venendo così le antere a contatto con lo stimma. Questo, appena un'ora dopo che il polline vi si è deposto, non solo diventa vizzo e bruno, ma lo stilo si stacca ben presto dall'ovario e cade al suolo (*Kerner*, loc. cit. II, p. 279).

Nel giardino della scuola superiore di Kiel, Knuth (l. c. p. 130) osservò api a cacciarsi interamente nel fiore per succiare il nettare.

Gen. **Atropa** L.

A. Belladonna L. ha fiori proterogini, adatti ad esser fecondati mediante i bombi. I fiori sono inclinato-pendenti, la corolla campanulata corrisponde nelle dimensioni a quelle d'un bombo. E i fiori sono effettivamente visitati e fecondati in modo efficace da bombi. (Cfr. per la colorazione dei fiori e l'adescamento dei fiori per i ditteri sterçorari e mosche carnarie: Müller, *Alpenbl.*, p. 499).

La corolla ha color rossastro-livido, o violaceo-scuro; il tubo bianchiccio. Il nettare, secreto dalla base lucente, carnosa, gialla dell'ovario, si raccoglie nella parte inferiore, ristretta del tubo ed è reso inaccessibile ai piccoli insetti inutili dal fatto che ciascun filamento nella porzione che sta sopra il serbatoio nettarifero, è guarnito di peli rigidi e rari, di cui è fornita pure la corolla nel punto dove cessa il rivestimento peloso dei filamenti.

L'eteroimpollinazione mediante l'intervento dei bombi è assicurata dalla lunghezza dello stimma che sovrasta considerevolmente gli stami e si sviluppa sensibilmente prima delle antere. Esso si trova in una tale posizione da essere urtato prima da un bombo od ape che si introduca nel fiore. Le antere non sono ancora aperte ed a motivo della inflessione delle estremità staminali sono rinchiuse nella corolla; più tardi, quando le antere deiscono e si ricoprono interamente di polline, le estremità staminali si distendono alquanto, ma rimangono sempre inflesse verso la corolla, cosicchè lo stimma le sovrasta ancora in questo secondo stadio, ed è ancora toccato prima delle antere non solo da un bombo che visiti il fiore, ma anche da api molto più piccole (*Cilissa*, p. es.).

Le antere superiori, le quali non hanno nessuna utilità per l'eteroimpollinazione — che avviene regolarmente — possono servire al-

(1) *Flora* ecc., p. 568; V. pure Sprengel, p. 126.

l'autogamia, venendo esse in contatto quasi inevitabile con lo stimma, quando la corolla cade (*Müller* (1) *Kirchner* (2).

Müller (loc. cit. p. 26) elenca tra i visitatori dei fiori di questa specie: *Andrena Gwinana*, *Anthophora furcata*, *Apis mellifica*, *Bombus pratorum*, *Cilissa leporina*, *Halictus cylindricus*, *H. leucopus*, *H. malachurus*, *Megachile centuncularis*, che tutti furono osservati presso Nassau dal dr. Buddeberg. Egli nel giardino botanico di Munster osservò api succianti nettare e *Thrips* che, numerosi, si cacciavano nei fiori, fino al nettare.

Knuth (l. c. p. 131) osservò *Apis mellifica*, *Bombus agrorum* e *B. terrester*; Loew (cit. da Knuth) nel giard. bot. di Berlino notò *B. lapidarius* e *terrester*; Plateau (cit. da Knuth) presso Gand osservò pure *Apis*.

Kerner (loc. cit. p. 272) ha considerato i diversi movimenti staminali che avvengono in questi fiori come uno scambio di posto destinato a favorire l'incrociamento. Knuth (*Handb. d. Blütenb.* II, 2, p. 131) non ha mai osservato cangiamento di sorta nella posizione degli organi sessuali.

Gen. **Mandragora** L.

M. vernalis Bert. è proterogina (*Hildebrand*, Geschlechtervert. p. 18), ed a favorire l'incrociamento si avvera lo scambio di posto fra le antere e lo stimma, analogamente a quanto fu detto per *Hyoscyamus* e *Atropa* (*Kerner*, loc. cit. p. 272). Loew (*Blütenb. Beitr.*, II, pag. 208) nei pochi fiori da lui esaminati constatò soltanto debole proteroginia, e nel giardino bot. di Berlino li vide visitati più volte da api mellifiche, che però raccoglievano polline.

In ogni caso l'accesso al nettare, a motivo della sua posizione profonda, è limitato normalmente ai più grossi apidi.

Sguardo generale su le " Solanaceae ...

La corolla imbutiforme, rotata, urceolata o campaniforme rappresenta il mezzo di adescamento. Alcune specie (*Solanum*) offrono soltanto polline agl' insetti; nelle altre specie il nettare è secreto sotto l'ovario.

Il polline è coerente ed il suo trasporto avviene esclusivamente per mezzo degli animali.

L'eteroimpollinazione è assicurata dalla proteroginia, e nel caso dell'omogamia essa è favorita dalla posizione sovrastante dello stimma.

(1) *Weitere Beobacht. III*, p. 21.
(2) *Flora* ecc. p. 569.

L'autoimpollinazione spontanea è resa possibile, verso il termine della fioritura, dalla diversa posizione che assumono i fiori o dallo scambio di posto degli organi sessuali.

Sono proterogini *Physalis*, *Atropa*, *Mandragora*, *Scopolia*; omogami, *Hyoscyamus*, *Datura*, *Solanum*: omogami o proterogini, *Lycium*, *Nicotiana*. Meschina eterostilia mostrano *Nicotiana* e *Datura*, e fiori levostili e destrostili si osservano in *Solanum rostratum*.

Visitatori dei fiori in genere, sono imenotteri e ditteri, farfalle diurne e notturne.

Fam. Scrophulariaceae.

Gen. **Browallia** L. (1).

B. elata L. è coltivata per i suoi fiori d'un bel color lilacino col tubo lungo e di color giallo-dorato, insieme ad un'altra varietà, più bassa, a fiori azzurrognoli. Il fiore si discosta dalla maggior parte di quelli delle Scrofulariacee per avere una corolla ciatiforme, invece che bilabiata. L'ingresso fiorale è chiuso dai due stami superiori, situati alla fauce del fiore, che hanno i filamenti considerevolmente allargati e sono fra loro collegati per le facce interne, cosicchè formano una valvola (valvola staminale: *Delpino*) che chiude l'ingresso del fiore. Lo stimma, vischioso nel primo stadio, si trova fra le due paia di antere.

La valvola staminale lascia però libere due strette aperture, situate in modo che la tromba d'un insetto la quale s'introduca per una di esse, rasenti tanto le fenditure delle antere quanto la capocchia dello stimma. Nè Delpino (*Ulteriori Oss.* p. 140-143), nè Hildebrand (*Bot. Zeit.* 1870, p. 654, 655) osservarono insetti su i fiori, ma Delpino suppone che pronubi ne sieno Sfingidi e Bombilidi.

Ma Müller (*Befr.* p. 276) nota che questa supposizione è in contraddizione con l'altra dello stesso Delpino che riguarda la colorazione bruna della valvola staminale come un mezzo atto ad indicare agl'insetti la via al polline, poichè sfingidi e bombilidi visitano i fiori per il nettare.

Delpino menziona pure come possibili pronubi dei fiori di questa specie, *Antophora* sp., ma Müller pensa che esse sarebbero appena in condizione di raggiungere il nettare di tali fiori.

Secondo Meehan (Proc. Ac. Sc. Philad. 1876, p. 13) questa specie produce frutti abbondanti anche senza l'intervento degl'insetti, ed anche mediante gl'insetti ha luogo l'autoimpollinazione; tale veduta è però confutata da Asa Gray (l. c. 1878, p. 11).

Gen. **Verbascum** L.

Il genere conta nella nostra flora una ventina di specie, senza contare quelle dubbie, le varietà e gl'ibridi.

(1) Nel manuale di Post e Kuntze, « *Lexicon Generum Phanerogamarum* », questo genere è riferito alle Solanacee. Così pure nello *Knuth*, Handb. III, p. 111, mentre è incluso fra le Scrofulariacee nel vol. II, 2, p. 142.

V. Thapsus L. I fiori gialli, vistosi, sono riuniti in dicasi (1) pauciflori che formano una spiga terminale, a cui si aggiungono alcuni dicasi accessori. I fiori sono privi di nettare, e visitati da apidi e sirfidi alla ricerca del polline.

Dei cinque stami i tre superiori sono più corti dei due inferiori, inoltre quelli sono barbuti nei filamenti, questi li hanno glabri.

I peli delicati che rivestono i filamenti staminali nel *Verbascum* servono secondo le vedute dello Knuth ad accrescere l'appariscenza del fiore; secondo Delpino servirebbero ad offrire un attacco agl'insetti visitatori; secondo Kerner vengono mangiati o — secondo Müller — leccati dagl'insetti (*Knuth*, Handb. II, 2, p. 137).

Secondo Kerner (2) il fiore è proterogino. Quando esso si apre, lo stilo è situato in modo che il suo stimma, capitato, debba essere incontrato dagl'insetti che muovono verso l'interno del fiore: quindi a quest'epoca è possibile soltanto l'incrociamento. Quando più tardi si aprono le antere e scoprono il loro polline giallo-arancìato, lo stimma sgombra interamente la via; lo stilo si piega in basso, per modo che lo stimma nè da sè, nè per mezzo degli insetti può venire a contatto col polline del proprio fiore. Ma verso la fine della fioritura, lo stilo ritorna nella primitiva posizione, si rivolge in alto e lo stimma si poggia sopra le antere ancora coperte di polline. Anche Comes (1875) constatò l'autogamia dovuta a movimenti simultanei degli organi sessuali.

E Darwin (3) riporta che questo *Verbascum* è completamente autofertile, quando vengano esclusi gl'insetti.

Müller (4) cita come visitatori dei fiori *Apis mellifica, Bombus Schrimshiranus, B. hortorum, Halictus Smeathmanellus* e *cylindricus, Andrena parvula, Polistes gallica*, fra gl'imenotteri; *Helophilus floreus, Syritta pipiens, Ascia podagrica*, fra i ditteri.

Heinsius (5) notò *Bombus terrestris* e *Syritta pipiens*.

V. thapsiforme Schrad. I fiori di color giallo d'oro, molto vistosi, sono debolmente proterogini e privi di nettare e di nettarindice. Dei cinque lobi corollini l'inferiore è più grande ed offre un comodo posatoio agl'insetti. I tre stami superiori forniti di bianchi peli sono un po' piegati verso l'alto ed i due inferiori si protendono di circa 4 mm. fuori del fiore; le loro antere deiscono per una fenditura longitudinale nel lato rivolto contro lo stilo. Lo stilo è più

(1) Eichler, *Blüthendiagramme*, I, p. 208.
(2) *Loc. cit.* p. 344.
(3) *Gli effetti della fec. incr. e propria*, p. 68.
(4) *Die Befruchtung*, ecc. p. 278.
(5) *Eenige Waarnemingen* ecc., Bot. Jahrb. IV, 1892, p. 57.

basso di tutti gli stami; il suo stimma alquanto piegato all'apice sovrasta di circa 4 mm. i due stami inferiori: esso quindi viene toccato prima dagl'insetti, ed anche per la proteroginia l'incrociamento è assicurato.

Pare che l'autoimpollinazione spontanea non abbia luogo.

Visitano i fiori mosche, sirfidi, bombi e farfalle (*Kirchner*) (1). Cfr. Müller, *Alpenblumen*, p. 267.

In parecchie località degli Abruzzi io vidi spesso i fiori di questo *Verbascum* visitati da *Pieris* e *Vanessa*.

Secondo Maury (Bull. soc. bot. de France 1886, p. 529-536), le antere in questa specie ed anche in *V. Thapsus*, *phlomoides*, *floccosum*, *Lychnitis*, *Blattaria*, *blattarioides* deiscono all'aprirsi del fiore, quando sono a contatto con lo stimma. Tuttavia non può avvenire la fecondazione perchè le papille stimmatiche non sono ancora sviluppate.

Schulz (2) riferisce che nella Germania centrale questa specie, come pure *V. phlomoides* e *Lychnitis*, si presenta sporadicamente ginomonoica e molto più di rado ginodioica.

V. phlomoides L. L'impollinazione in questa specie avviene come in *V. Thapsus*, però Comes (loc. cit.) ha notato che se i due stami anteriori si muovono verso l'alto, convergendo anche verso l'asse fiorale, pure lo stilo a sua volta si curva ad incontrare uno dei due stami, ed in tal modo viene facilitato l'incontro dello stimma con le antere riboccanti di polline.

V. Blattaria L. I fiori, omogami, hanno la corolla gialla con la fauce violetta, ed il nettare è secreto sotto forma di numerose gocciolette sparse su la porzione centrale del petalo inferiore che le produce (*Kerner*, II, p. 170) (Secondo Kirchner (*Flora*, p. 578) i fiori sono privi di nettare). Tutti gli stami sporgono in direzione obliqua dal lembo della corolla, e lo stilo, situato nel centro del fiore è ancor più sporgente e serve da posatoio per gl'insetti. Tale disposizione è favorevole all'incrociamento. Ma alla fine della fioritura, i due filamenti staminali più lunghi si dispongono davanti all'apertura del tubo corollino come due braccia incrociate sul petto. Le due antere, ancora cariche di polline aranciato, vengono perciò portate dietro lo stimma. Allora la corolla si distacca dal ricettacolo, cade in avanti — rimanendo per breve tempo appesa al lungo stilo — si volge un po' a destra o a sinistra e cade alla fine con movimento giratorio. Ne risulta che inevitabilmente lo stimma è strofinato dall'una o dall'altra delle suddette due antere, disposte

(1) *Flora*, ecc. p. 575; *N. Beobacht*, p. 57.
(2) *Bibliotheca Botan. Heft.* 17, p. 194.

davanti all'apertura della corolla e cariche di polline (*Kerner*, loc. cit. p. 359).

V. Lychnitis L. I fiori sono omogami e senza nettare. Dei lobi corollini l'inferiore è il più lungo ed i due superiori i più corti. I filamenti staminali sono forniti di peli bianco-giallastri un po' inspessiti a clava all'estremità, e sporgono dal fiore; i due inferiori alquanto più lunghi sono sotto il centro del fiore. In mezzo ad essi ad uguale altezza, o un po' più basso di tutti gli stami si trova lo stilo con l'apice ricurvo, il cui stimma viene toccato prima delle antere dalle api e dai bombi che vengono alla ricerca del polline e che si aggrappano ai peli staminali. Partecipano inoltre alla visita dei fiori piccoli coleotteri e muscidi. L'autoimpollinazione spontanea può aver luogo verso la fine della fioritura, quando gli stami si ripiegano in alto e in dietro, lo stilo si piega molto in basso e la corolla si ripiega un po' in avanti (Kirchner, *Flora* ecc. p. 577; Müller, *Weit. Beob.* III, p. 26).

Müller (l. c.) in Turingia osservò coleotteri, ditteri e imenotteri, e Loew nel giard. botan. di Berlino notò *Allantus scrophulariae* L.

Secondo Darwin (1) questa specie, come *V. Thapsus*, è affatto autosterile, ma di autofecondità minore (l. c. p. 6[illegible]), quando vengano esclusi gl'insetti.

V. sinuatum L. I fiori, gialli nell'orlo corollino, hanno in violetto roseo i filamenti, i peli staminali ed il centro della corolla. Lievemente proterogini e privi di nettare, sono visitati dagl'insetti soltanto per il polline. All'aprirsi del fiore, lo stilo col suo stimma maturo è esserto, mentre gli stami sono un po' ripiegati; dopo poche ore essi si ricurvano in avanti.

Nel primo stadio è possibile l'eteroimpollinazione; nel secondo, gl'insetti aggrappandosi ai peli staminali possono venire a contatto tanto con lo stimma un po' più lungo degli stami, quanto procurare l'avvicinamento delle antere allo stimma, e così favorire l'eteroimpollinazione se sono già sporchi del polline di altri fiori precedentemente visitati, o l'autoimpollinazione. Questa è forse priva di successo. (*Pandiani*, loc. cit. p. 64).

Pandiani raccolse pronubi *Syritta pipiens*, *Eristalis arbustorum*, *Eristalomyia tenax*, *Echinomyia praeceps*, *Anthrax* sp.; *Antophora quadrifasciata*, *Halictus* sp.; *Polistes gallica;* ed un coleottero, *Cionus Olivierii*.

V. nigrum L. L'appariscenza dei fiori gialli è accresciuta dal colore rosso-arancioto delle antere e dai peli porporini degli stami.

(1) *Gli effetti della fec. incr. e propria*, p. 249.

I fiori sono omogami e producono una scarsa quantità di nettare che Müller (*Befr.* p. 277) potè constatare, sorprendendo una piccola tignuola — *Ephestia elutella* Hübn. — a svolazzare su i fiori d'una pianta che aveva in camera, ed a succiare con la tromba nel breve tubo corollino. (Sprengel — loc. cit. p. 122 — riporta i fiori come privi di nettare, quantunque designi come nettarindici cinque macchie di color bruno-castagno che si trovano nel mezzo della corolla).

Dei cinque lobi corollini l'inferiore è il più lungo, i due laterali lo sono meno e i due superiori sono più corti, cosicchè gl'insetti trovano un comodo posatoio nel lobo inferiore.

Gli stami sporgono dal fiore e sono un po' rivolti verso l'alto ed alquanto divergenti: il superiore è il più corto, i due inferiori più lunghi. Lo stilo è un po' più corto degli stami inferiori, ma con l'apice rivolto in basso, cosicchè un insetto posato sul lobo inferiore della corolla viene a contatto con esso prima che con le antere, e può effettuare l'eteroimpollinazione.

Mancando le visite degl'insetti può facilmente aver luogo l'autoimpollinazione spontanea, ma senza alcun successo, come già constatarono Gärtner (1) e Darwin (2).

I fiori sono visitati da apidi, ditteri, da alcuni microlepidotteri e coleotteri antofili (*Müller*, loc. cit.; *Kirchner*, Flora, p. 576).

Mac Leod osservò nei Pirenei 3 bombi ed un sirfide a visitare i fiori (B. Jaarboek, III, p. 322).

V. phoeniceum L. concorda nelle disposizioni fiorali con *V. nigrum*. È privo di nettare, come è pure riferito da Sprengel, ma ne produce secondo Kerner (l. c. p. 170) alla stessa guisa che in *V. phoeniceum*.

I fiori sono visitati da imenotteri (*Apis*, *Bombus*, *Halictus* e *Andrena*) e da *Rhingia rostrata* (*Müller*, Befr. p. 278).

Secondo Darwin (loc. cit. p. 249) è affatto autosterile, come già fu riferito da Kölreuter.

Giusta le vedute di Delpino (*Ult. Oss.* II, 2, p. 278) fondate su la diretta osservazione delle visite degl'insetti, anche i fiori di *Verbascum* sono adattati alla fecondazione incrociata mediante l'intervento d'imenotteri (api e bombi) specialmente raccoglitori di polline. Questi aggrappandosi ai peli degli stami fanno lesta raccolta del polline emerso in abbondanza dalle antere, mentre con una parte del loro rivestimento peloso, sporca del polline di fiori pre-

(1) *Bastarderzeugung*, p. 357.
(2) *Loc. cit.* p. 249.

cedentemente visitati, vengono a contatto dello stimma ed effettuano regolarmente l'eteroimpollinazione.

Ma se una tale interpretazione spiega sufficientemente la maggior parte delle caratteristiche dei fiori di *Verbascum*, essa non si accorda — rileva Müller (*Weitere Beobachtungen*, III, p. 27) — con altri fatti osservati.

I fiori di *Verbascum nigrum* contengono piccole gocce di nettare e fu constatata una tignuola intenta a succiarlo; inoltre, alla visita ed alla fecondazione di tutte le specie di *Verbascum* partecipano in diverso modo altri insetti, e questi fatti non collimano col tipo « Verbascino » del Delpino. Nè è giusto, prosegue Müller, spiegare le visite degli altri insetti come una « mera accidentalità priva di significato ».

E più innanzi (loc. cit. p. 21) contestando a Delpino l'inclusione dei fiori di *Solanum* nel suo tipo « Borragineo » esclusivamente melittofilo, chiama arbitrario ed innaturale il fatto di incastrare in un certo numero limitato di forme fondamentali (*Tipi*) le molteplici forme fiorali, quasi innumerevoli.

Contro questo aspro giudizio del Müller, Loew (*Einführung in d. blütenbiol.*, etc. p. 191) giustamente rileva che « die von Delpino durchgeführte Charakteristik der Biologischen Blumentypen als einer der gestreichsten und grossartigsten Versuche zur Lösung einer Aufgabe gelten muss, die ihrer Natur nach nie abgeschlossen sein wird, sondern je nach dem veränderten Standpunkt des Wissens immer von neuem Verbesserung und Ergänzung bedarf ».

In un lavoro recente, il dr. Zodda (1) divide le vedute di Delpino. Egli riporta che il tipo verbascino è visitato dai ditteri in via secondaria, e per il tipo borragineo — tanto a fiori penduli, quanto a fiori verticali — le visite dei ditteri sono nel vero senso accidentali, e il più spesso senza alcun utile nè per l'insetto nè per il fiore, nel caso di fiori penduli. Invece per i fiori verticali ha osservato che, in *Solanum nigrum* e *tuberosum*, le mosche, specialmente nelle ore mattutine, si posano a succhiare quel po' di rugiada che si trova raccolta alla base degli stami, e per lo più non si posano su gli stami, ma su i petali.

Gen. **Celsia** L.

C. cretica L. I fiori grandi, gialli, leggermente odorosi, hanno lobi corollini disuguali e stami didinami. I due inferiori — più lunghi — hanno i filamenti glabri, ed i due superiori — più corti — li hanno rivestiti da fitti peli violacei e gialli. Secondo Ponzo

(1) *I fiori e le mosche;* Estr. dagli Atti e Rendic. dell'Acc. Dafnica di Acireale, p. 11-12, 1902.

(III, 1906) la specie è autofertile, e l'autogamia è dovuta all'incurvamento dei lobi superiori in giù, per cui i ciuffi di peli che si trovano alle loro basi vengono a contatto con le antere degli stami più corti; anche il distaccarsi della corolla può provocare l'autogamia, come avviene in altre Scrofulariacee.

Celsia coromandeliana Vahl. Comes (loc. cit.) ha descritto il processo di autoimpollinazione in questa specie d'un genere prossimo a *Verbascum*.

All'aprirsi del fiore, lo stilo si trova compreso fra i quattro stami; le antere di quelli anteriori, reniformi e mesofisse, deiscono prima di quelle degli stami posteriori. Quando le antere degli stami anteriori si sono coperte di polline, i filamenti cominciano a curvarsi in alto e convergendo le loro antere, che quasi si toccano, prima di rasentare lo stimma. Continuando questo movimento di curvatura, le antere toccano lo stimma e lo impollinano abbondantemente. Compiuta l'impollinazione, mentre gli stami anteriori si curvano ancora, fino a raggiungere i due posteriori, il lembo della corolla si arrovescia in dentro, si piega, si raggrinza e si raccoglie nel calice. Questo a sua volta si restringe, convergendo le sue lacinie all'asse fiorale, e lascia all'esterno lo stilo incurvato in alto.

Gen. **Calceolaria** L. (= *Fagelia* Schwencke).

C. pinnata L. del Perù presenta una disposizione analoga a quella che si trova in *Salvia officinalis* (Hildebrand) (1). L'antera subisce tutte le fasi di quella delle salvie, allungando trasversalmente e perpendicolarmente il suo connettivo e rendendo abortiva la loggia inferiore.

Le due antere in *C. pinnata* si sono trasformate in una leva a due bracci. Uno dei bracci — quello dalle logge sterili — sta innanzi all'ingresso del fiore e viene da un insetto visitatore girato in modo che l'altro braccio quello dalle logge fertili, porta il polline fuori dalla cavità dove è contenuto.

I fiori sono quindi disposti per l'incrociamento, ma l'autoimpollinazione ha luogo per la caduta della corolla (Müller, *Befr.* p. 277). Il nettare è abbondante (*Correns*, Prings. Jahrb. XXII, 1891, p. 241-252).

Il prof. F. Rizzatti (2) ha descritto il processo della fecondazione in *Calceolaria*, della quale fecondazione è attore principale un bombo.

L'insetto posato sul labbro inferiore esercita una pressione sufficiente perchè la fauce del fiore si apra, venendo allo scoperto il nettario, nascosto sino allora nella cavità del labbro inferiore. Appena l'insetto lascia il fiore, il labbro inferiore si rialza ed il nettario si nasconde nuovamente nella cavità. Nel cercare d'impadronirsi del nettare, il bombo urta contro le antere e si carica del polline da esse cadente, tanto più che nel frattempo i filamenti degli stami si sono così allungati, che i sacchetti pollinici superiori giacciono su la convessità del labbro inferiore.

(1) *Fed. Delpino's Beobacht. ü. d. Best.-vorrichtungen bei den Phanerogamen*: Bot. Zeit. 1867, n. 36, p. 285.

(2) *La Calceolaria*, in Natura et Arte, fasc. 16, V. (1895-96), Vallardi, Milano.

Se il fiore non riceve alcuna visita da parte degl'insetti, un po' di polline cade spontaneamente sopra questa convessità. Poco dopo il peduncolo fiorale si piega ad arco in giù, la parete superiore del labbro inferiore incavato, o per dir meglio il tetto della cavità, che porta sul suo vertice il polline cadutovi ed avrebbe dovuto servire da posatoio per gl'insetti, prende una posizione inclinata; il polline discende per questo piano inclinato ed arriva per tal modo su lo stimma, assicurando l'autofecondazione.

È il processo che mena all'autogamia, già descritto da Kerner loc. cit. II, p. 370-72) per *Calc. Pavonii*, una specie sud-americana.

Gen. **Linaria** Med.

L. Cymbalaria Mill. concorda nelle disposizioni fiorali con *L. vulgaris*. Il labbro superiore e lo sperone sono di color lilla, il labbro inferiore è biancastro con due macchie giallo-aranciate.

Lo sprone è lungo soltanto 3 mm.; presenta internamente una scanalatura, ma senza peli; la base dei due stami più lunghi è invece pelosa. I fiori sono omogami (Kirchner, *N. Beob.* p. 54). Mac Leod (1) riporta il fiore come melittofilo, Kirchner (*Flora*, p. 582) riporta apidi (2) e sirfidi, e Müller (Weit. *Beob.* III, p. 29) elenca come visitatori dei fiori di questa specie: fra gli apidi, *Andrena albicans*, *Apis mellifica*, *Halictus albipes*, *H. cylindricus*, *H. sexnotatus*; un sirfide, *Helophilus floreus*, e *Pieris rapae*.

È noto che i fiori di questa specie, dopo la fecondazione, si ritirano in qualche fessura o crepaccio del muro, cui la pianta è attaccata, rimanendovi nascosti fino alla maturazione dei semi.

L. Elatine Mill. ha fiori melittofili bianco-giallastri, in parte violetti (*Mac Leod*, loc. cit. p. 193).

Secondo Delpino i fiori sono visitati dalla piccola *Coelioxys canica*.

L. spuria Mill. Quantunque nell'architettura fiorale questa specie concordi affatto con *L. vulgaris*, pure se ne discosta per una particolarità notevole nel meccanismo della impollinazione, dipendente da uno speciale sviluppo delle antere. Queste giacciono al solito modo sotto il labbro superiore, ma mentre i due stami più brevi sono completamente diritti, i filamenti dei due più corti, poco prima della base delle antere, subiscono una sensibile curvatura in alto, di guisa che le estremità delle loro antere sono rivolte in dietro, ed il loro lato — in origine, inferiore — viene a trovarsi in alto. Tutte le quattro antere sono vicinissime fra loro e lo stimma, che si sviluppa nel medesimo tempo in cui avviene la loro deiscenza, si trova

(1) *Loc. cit.* p. 193.

(2) Cfr. Darwin: *Gli eff. della fec. incr. e propria*, p. 277.

in mezzo ad esse. Le antere, nei punti in cui sono a contatto, hanno fascetti di bianchi peli collettori, si aprono verso l'interno, contro lo stimma, cosicchè è inevitabile l'autoimpollinazione spontanea. Ma un po' del polline, poco denso, rimane sui peli collettori, e può essere asportato dagl'insetti che visitano il fiore e trasportato sopra altri fiori. Il nettare si trova nel lungo sprone, arcuato e rivolto in basso; ma i fiori sono con poca frequenza visitati dagl'insetti, e perchè solitari e perchè in parte coperti dai tre sepali superiori: quindi sono poco visibili, quantunque vivacemente colorati. Il labbro superiore è bruno-porporino, l'inferiore giallo-chiaro, ma senza nettarindice, o talvolta con macchie dello stesso colore del labbro superiore (Kirchner, *N. Beob.* p. 54).

Nelle ascelle delle foglie inferiori si sviluppano rami corti i quali si affondano nel terreno e vi producono fiori cleistogami (Ascherson; Kirchner, *Flora*, p. 583).

Il signor Michalet (1) fin dal 1860 attirava l'attenzione su i fiori cleistogami di *L. spuria*; più recentemente il signor Hoeckel (2) pubblicava al riguardo un lavoro in cui segnalava la germinazione del polline nell'interno stesso delle antere (*Leclerc Du Sablon*) (3).

Il sig. M. L. Trabut (4) scopriva pure, nei dintorni di Oran, fiori cleistogami in *L. agglutinans* Pomel. var. *lutea*.

L. arvensis Desf. I piccoli fiori sono esclusivamente autogami: anche col tempo favorevole, malgrado ripetute osservazioni, Müller (*Weit. Beob.*, III, pag. 29) non notò alcuna visita d'insetti.

L. vulgaris Mill. I fiori omogami, gialli, sono melittofili. Sul labbro inferiore della corolla si trova un nettarindice giallo-aranciato. Il nettare, secreto dalla base verde, carnosa, dell'ovario, fluisce per una piccola doccia nello sprone, lungo 10-13 mm. Le pareti della doccia sono limitate ai due lati da corti e rigidi peli, di cui sono guarnite anche le basi allargate degli stami inferiori. I peli laterali della doccia impediscono al nettare di espandersi e lo riparano da un immediato leccamento da parte degl'insetti a corta tromba, mentre quelli basilari degli stami proteggono le glandole nettarifere dall'accesso immediato di insetti a breve tromba, ai quali, come alle formiche, riesce di penetrare nel fiore. Lo stilo giace col suo stimma fra le antere degli stami corti e lunghi.

(1) *Bull. d. l. Soc. de France* VII, p. 468; 1860.

(2) *Bull. scientifique de la France et de la Belgique* XXII, p. 158; 1890.

(3) *Recherches sur les fleurs cléistogames*, Revue génér. de Botanique, XII, p. 314; 1900.

(4) In *Bull. soc bot. de France*, XXXIII, 1886, Comptes-Rendus, n. 6.

Per la lunghezza considerevole dello sprone, sono escluse dal visitare i fiori le api brevilingui le quali ne godrebbero il nettare; per la solida chiusura del labbro corollino inferiore sul superiore, è sbarrato l'accesso al fiore ai ditteri e coleotteri che ne saccheggerebbero il polline: per entrambe queste proprietà il fiore è adattato esclusivamente alla fecondazione mediante le api a lunga tromba. Guidate dal nettarindice aranciato, esse abbassano il labbro inferiore con facilità e si cacciano nel fiore, ed al bisogno possono introdurre anche il capo nella cavità allargata dello sprone e lo privano del suo nettare; inoltre con le parti dorsali rasentano stami e stimma.

Poichè questi sono sviluppati contemporaneamente e lo stimma, come si è detto, giace in mezzo alle loro antere, le visite delle api possono effettuare auto- ed eteroimpollinazione (Müller (1); Kirchner, *Flora*, pag. 581; Mac Leod, *loc. cit.* p. 191).

Secondo Müller, esclusive fecondatrici sono le api, ed egli riporta come visitatori dei fiori *Apis mellifica*, *Bombus terrestris*, *B. hortorum* (che con la tromba lunga 17-21 mm. riesce più presto di *B. terrestris* a succiare il nettare) *Megachile maritima*, *Osmia aenea*, *O. leucomelaena*, *Anthidium manicatum*, *Andrena Gwinana*; diverse specie di *Formica*.

Delpino (2) osservò pronubi *Apis* e *Bombus italicus*.

Lo sprone è spesso forato da qualche *Bombus*, e frequentemente io ho osservato dei fiori di questa Linaria con lo sprone forato, ad Atri negli Abruzzi, a Cassano delle Murge, a Casalmaggiore ed altrove.

C. Verhoeff (3), le cui osservazioni furono fatte nell'isola Norderney, riferisce che anche là la fecondazione dei fiori di *L. vulgaris* è dovuta soltanto all'intervento di *Bombus hortorum*, il quale con le sue visite determina l'eteroimpollinazione. In centinaia di fiori esaminati non ne trovò alcuno che non avesse lo sprone forato, e come autori del foro designa *Bombus hortorum*, *terrestris* e *lapidarius* (4). Di questi fori approfittano poi per succiare il nettare parecchi ditteri: *Eristalis arbustorum*, *Sirphus corollae*, *Lucilia latifrons*, *Calliphora erythrocephala*, *Cynomiya mortuorum*, *Syritta pipiens*; e fra gl'imenotteri, *Odynerus parietum* e *Formica fusca*. I ditteri nominati e special-

(1) *Die Befruchtung*, p. 279.

(2) *Sugli appar. della fecond. nelle piante autocarpee*, p. 32.

(3) *Biologische Beobachtungen* etc. in Abhandl. v. Naturwiss. Verein zu Bremen, Bd. XII.

(4) Anche Schulz (*loc. cit.* 17 p. 217) attribuisce a *Bombus terrestris* e *lapidarius* i fori nei fiori di *L. vulgaris* presso Halle a S. — Cfr. pure *Delpino* in Ulter. Osserv. II, 2, p. 144.

mente *Lucilia latifrons* e *Calliphora erythrocephala*, nelle giornate di sole e calme svolazzano continuamente tra le foglie e i fiori di *L. vulgaris*.

Anche Mac Leod (loc. cit. p. 192) ha osservato oltre *Bombus hortorum* e *Halictus sexnotatus* che s'impadronisce del nettare forando lo sprone, *Melanostoma mellina*, *Helophilus* (*floreus?*) ed *Eristalis tenax*, fra i ditteri; il primo dei quali non riusciva ad introdurre la tromba nel fiore, il secondo la introduceva fra i due labbri ed il terzo la cacciava nel foro dello sprone. A pag. 553 (loc. cit.) riporta *Cetonia stictica*, penetrante tutta nel fiore.

Mancando le visite degl'insetti, l'autoimpollinazione spontanea è possibile, data la posizione degli organi sessuali, ma dalle esperienze di Darwin (1) risulta che lo stimma ed il polline dello stesso fiore sembrano essere dotati di meschinissima azione reciproca.

Nel Nord-America, dove si è naturalizzata, questa specie, secondo Robertson (*Flow. Ascl.* p. 585) è adattata alla visita di api a lunga tromba. *Bombus americanorum* in 5 minuti, secondo osservazioni di Robertson, visitò 62 fiori.

Secondo Mehean (*Contrib. Life-Hist.* VI, 1890, p. 269) la specie varia nel Nord-America nella colorazione del fiore e nella forma del labbro inferiore.

L. italica Trev. che è una varietà della precedente concorda in quanto alle disposizioni fiorali, pienamente con essa. Ed è come quella esclusivamente fecondata dalle api, che presso Bolzano furono osservate in considerevole numero a visitarne i fiori dallo Schulz (2). Lo stesso autore (loc. cit. p. 217) riporta poi che *B. terrestris* e *lapidarius* li forano nello sprone.

L. alpina Mill. concorda nelle disposizioni fiorali con *L. vulgaris*. Lo sprone, nel quale si raccoglie il nettare analogamente come in *L. vulgaris*, è lungo 8-9 mm., corrispondendo precisamente alla lunghezza della tromba del più frequente pronubo dei suoi fiori: *Bombus terrestris*.

Oltre *Bombus terrestris*, visitano i fiori di questa specie anche *Bombus mendax* e *Agrotis ocellina* e *Macroglossa stellatarum* fra i lepidotteri (Müller, *Alpenbl.* p. 275-277).

Müller (loc. cit. p. 277) trovò pure spesso forati i fiori di questa specie, nel lato inferiore dello sprone presso la base. Come autori del foro sospetta *Bombus terrestris* e *B. mastrucatus*, ma il primo fu visto da lui sempre a succiare il nettare in modo normale, e non ebbe

(1) *Effetti della fecond. incr. e pr.*; p. 68.
(2) *Beiträge* etc. II; Biblioth. Botan. Cassel, 1890.

l'opportunità di cogliere l'altro sul fatto, quantunque esso pure, con la tromba lunga 9-12 mm. sia in condizione di succiare nei fiori normalmente. Ma Schulz (loc. cit. p. 217) vide in generale, nelle Alpi, i fiori di tale specie forati da *Bombus mastrucatus* e più raramente da *B. terrestris*.

Mac Leod (*De Pyreneeënbloemen*, pag. 47) ha constatato che mentre nelle Alpi i fiori di questa specie sono violetti, con la prominenza del labbro inferiore fortemente colorata in giallo-arancio nella faucia anteriore, nei Pirenei il color generale dei fiori è più cupo (almeno più cupo che negl'individui da lui esaminati a Bardonecchia, nelle Alpi Cozie, a 2000 m. d'altezza) e il colore aranciato è limitato in una piccola macchia alla sommità della prominenza, e *molto di rado* si estende su tutta la faccia anteriore della stessa.

L. reflexa Desf. La corolla bianca o con lievi sfumature violacee, chiusa alla fauce mediante il palato giallo o rossigno, ha uno sprone lungo 18 mm., in fondo al quale si raccoglie il nettare. Nel mezzo del palato una peluria estesa anche su la superficie interna del labbro, protegge la nettarovia. Nell'interno si hanno i quattro stami didinami ed il pistillo il quale, a sviluppo completo, raggiunge con lo stimma il livello degli stami più lunghi.

I fiori sono proterandri. Quando le antere sono coperte di polline, lo stimma non ancora maturo è posto in dietro, per cui la proboscide degl'insetti può urtare soltanto le prime; più tardi, incurvandosi lo stilo, lo stimma viene a mettersi innanzi agli stami e può ricevere polline mediante gl'insetti.

Alla fine della fioritura, quando il peduncolo fiorale ha iniziato l'incurvamento, è possibile l'autogamia: questa è dovuta al fatto che il polline cade su la superficie interna pelosa del labbro anteriore e lo stimma, curvato sempre più, venendo a contatto con detta peluria, rimane impollinato specialmente nell'avvizzimento e nello staccarsi della corolla. Quest'autogamia è anche fertile (*Ponzo*) (1).

In montagna questa specie, comunemente a fiori gialli nel piano, porta fiori bianchi; così pure *L. virgata* Desf. che in Algeria, in località del piano, porta fiori rosso-porporini (*Battandier*, Fl. estiv. d'Alger).

L. chalepensis Mill. sarebbe, a differenza delle altre congeneri che sono melittofile, sfingofila (*Delpino*).

I fiori a corolla bianca, con sprone lineare-lesiniforme, proporzionalmente lungo sono forse ancora falenofilí (*Mattei*, loc. cit. p. 34).

(1) *L'Autogamia nelle piante fanerogame;* Bull. Soc. Bot. It., 12 marzo, 1905, p. 81.

L. striata DC. La corolla biancastra, venata di violetto, ha dimensioni più piccole di quella di *L. vulgaris*, con la quale concorda nella posizione e nello sviluppo contemporaneo degli organi sessuali. Il labbro inferiore è guarnito nel mezzo da una stria di peli giallo-dorati, e nella parte anteriore della superficie interna del tubo corollino due file di peli gialli limitano la piccola doccia che guida la tromba d'un insetto al nettare, raccolto nello sprone lungo soltanto 2-3 mm.

Gl'insetti che si posano sul labbro inferiore della corolla, ne aprono la fauce e, cacciandovi la loro testa, allungano la tromba per succiare il nettare. Toccando con la testa gli organi sessuali, situati come in *L. vulgaris*, determinano l'impollinazione allogamica e l'autogamia. Così fanno le api e sopratutto le vespe.

Si osserva nel maggior numero dei casi un foro prodotto alla parte anteriore e di rado alla parte laterale dello sprone, il quale foro viene attribuito da Errera e Gevaert (1) probabilmente ad un *Crabro*. Loew, (2) nel giardino botanico di Berlino, vide i fiori visitati da *Bombus muscorum* (cit. da Kirchner, *Beiträge* ecc. p. 53).

Questa descrizione si riferisce a due esemplari coltivati, l'uno osservato da Kirchner a Ludwigsburg, l'altro da Errera e Gevaert in un giardino di Bruxelles.

L. minor Desf. I fiori concordano nelle loro disposizioni con quelli di *L. vulgaris* e *alpina*, ma sono così piccoli e poco appariscenti che solo di rado sono visitati dagl'insetti, e l'autoimpollinazione è in essi la regola.

Quando il fiore si apre, deiscono le antere degli stami più lunghi e ricoprono di polline lo stimma, pur maturo, giacente fra esse.

Il polline degli stami inferiori non ha nessuna importanza per l'autoimpollinazione, e solo dagl' insetti può essere portato su lo stimma (Müller, *Weit. Beob.* III p. 28). Analogamente riferiscono Kirchner (*Flora*, p. 582) e Mac Leod (loc. cit. p. 193).

Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 397) l'autoimpollinazione spontanea ha luogo per un ulteriore allungamento della corolla, venendo così le antere a strofinare col loro polline contro lo stimma. E ciò accade pure, secondo lo stesso Kerner, in *L. littoralis* W.

L. litoralis W. della Croazia, ecc., secondo Kerner (l. c. II, p. 396) si comporta come la precedente in quanto all'autoimpollinazione.

L. pyrenaica DC. I fiori giallo-pallidi, forniti d'un nettarindice aranciato sul labbro inferiore concordano per la loro struttura con quelli di *L. al-*

(1) *Sur la structure et les modes de fécond. des fleurs*, Gand, 1879.
(2) *Jahrbuch. des Bot. Gartens*, III, p. 85.

pine (*Mac Leod*, Pyrenecönbl., p. 321). Per raggiungere il nettare occorre una tromba di 15-20 mm. e Mac Leod osservò anche dei fori, prodotti probabilmente da *Bombus mastrucatus* o *B. terrester*.

L. origanifolia DC. ha un fiore melittofilo violetto, con un ingresso speciale per i Bombilidi (?) [Mac Leod, *l. c.* p. 42].

Gen. **Antirrhinum** L.

A. Orontium L. è riportato come melittofilo da Mac Leod (*Bevr.* p. 191) e da Knuth (*B. C.*, Bd. 71, n° 12).

I fiori rossi, raramente biancastri, di media grossezza, riuniti in grappoli pauciflori, sono omogami. Il labbro superiore, largo 8-10 mm., colorato in rosa (di rado è biancastro) è ornato di linee d'un rosso cupo, dirette verso l'ingresso del fiore, chiuso mediante il palato del labbro inferiore. Questo ha la stessa colorazione del labbro superiore, ma le sue strie hanno colorazione meno intensa, e porta su la sommità un nettarindice debolmente giallastro. Il nettare è secreto in poca quantità da un anello alla base dell'ovario e raccolto in un rigonfiamento a guisa di sprone del labbro inferiore.

Il labbro inferiore, nella faccia interna, è guarnito di peli gialli.

A produrre l'apertura del fiore ed a provocare l'eteroimpollinazione sono capaci solo le api. Introducendo il loro capo nell'apertura fiorale e spingendo la tromba fino al nettare, urtano dapprima lo stimma alquanto sporgente e ricoprono la superficie anteriore della loro tromba prima col polline degli stami più lunghi e poi con quello dei più corti, e provocano con la visita ad un secondo fiore l'eteroimpollinazione.

Ma se manca la visita degl'insetti, l'autoimpollinazione spontanea accade col polline rimasto aderente ai peli del labbro inferiore (*Knuth*, Handb. d. Blüt., II, 2, p. 148).

Nei dintorni di Kiel, Knuth osservava su i fiori di questa specie *Apis mellifica*, *Bombus terrestris* e *lapidarius*, utilissimi per l'allogamia, e numerosi *Thrips*, ospiti inutili.

A. majus L. ha fiori omogami, melittofili. La corolla porporina o porporino-rosea ha il palato giallastro. Il nettare secreto dalla base glabra, verde, carnosa, anteriormente turgida dell'ovario — biancastro e finemente peloso nella porzione rimanente — non fluisce nella breve protuberanza — internamente pelosa e perciò inadatta a fungere da nettario — ma rimane aderente alla base degli stami anteriori (Müller, *Befr.*, p. 280).

Molti imenotteri ronzano intorno a questi fiori. Essi posandosi su le gialle eminenze della corolla, ne determinano l'apertura mediante l'abbassamento del labbro inferiore. Penetrano quindi nel-

l'interno della corolla, nella quale sotto il labbro superiore si trovano le quattro antere degli stami didinami col polline sotto forma di masse tondeggianti.

Queste vengono caricate sul dorso degl' insetti, i quali provocano etero ed autoimpollinazione.

Secondo Müller (loc. cit.) i fiori devono la loro fecondazione esclusivamente ai bombi, ed egli osservò le seguenti specie: *Bombus hortorum*, *B. terrestris*, *B. agrorum*, *B. silvarum* *B. lapidarius*. Oltre questi insetti lo stesso Müller osservò ancora *Megachile centuncularis*, per una volta sola, e diversi *Halictus* (*zonulus*, *morio*, *smeathmanellus*) i quali affatto in via eccezionale riescono a penetrare nei fiori (V. pure *Lubbock*) (1).

Douglas (2) elenca i seguenti visitatori per questa specie: *Megachile centuncalus*, *Bombus terrestris* var. *lucorum*. *Apis mellifica*, *Bombus terrestris* var. *virginalis*, *B. Derhamellus*.

Macchiati, nel suo catalogo, (3) cita *Psithyrus rupestris*.

Mancando le visite degl'insetti, avviene l'autoimpollinazione spontanea, coronata da meschino successo (Darwin. *Effetti fecond.* ecc. p. 263). Il dott. Ogle (*Pop. Sc. Review*. Jan, 1870, p. 52) avendo coperto un *Antirrhinum* con un velo per escluderne la visita degl' insetti, non ottenne che due piccole capsule.

I fiori sono spesso forati. Ciò è riferito dal Darwin (loc. cit. p. 305) che ha osservato uno o due fori nella faccia inferiore del tubo, vicinissimi alla protuberanza che corrisponde al nettario, e dallo Schulz (loc. cit., Heft. 17, p. 217) che presso Halle osservò fori per lo più nel lato superiore dello sprone e li attribuisce a *Bombus terrestris* e *pratorum*.

Anche a me è occorso di notarne in esemplari coltivati in vaso.

A. sempervirens Lap. ha fiori bianchi con gibbosità giallastre sul labbro inferiore. Il labbro superiore ha una macchia violacea che rappresenta un nettarindice. Lo sprone è diviso in due parti da un tramezzo, ma solo la superiore contiene il nettare secreto dall'ovario.

Solo i bombi sono capaci di abbassare il labbro inferiore e Mac Leod (*Pyreneeënbl.*, p. 41), nei Pirenei osservò *Bombus hortorum*.

Maurandia Ort., *Chelone* L. secondo Delpino sono proterandri, con scambio di posto degli stami e dello stilo. In *Chelone* gli stami sono alla base ingrossati, carnosi ed incavati, e nella cavità è prodotto e si raccoglie

(1) *British wild flowers* ecc, p. 145.

(2) *Note on some Bees and the flowers of Snapdragons*; Entom. Monthly Magaz., XXIII, 1886.

(3) In *N. Giorn. Bot. It.* XVI, p. 355.

il nettare (*Ult. Oss.* I, p. 149, 155, 157; II, p. 162; *Hildebrand*, Bot. Zeit. 1870, p. 667).

Loew (*Blutenbiolog. Beitr.* I, 1891. Jahrb. f. wiss. Bot. XXII, 4, p. 27-31 dopo una completa descrizione di *Ch. glabra* L., una specie dell' America del Nord, considera il fiore di *Chelone* rispetto a quello di altre scrofulariacee.

Per la solida chiusura del suo ingresso, differendo dal fiore di *Scrophularia*, *Chelone* ricorda il fiore di *Linaria*. La posizione inclinata in giù degli stami e della estremità dello stilo, la posizione e la deiscenza delle antere, i nettarî verso la faccia superiore del fiore fanno corrispondere *Chelone* a *Scrophularia* in cui le parti ventrali degl'insetti visitatori vengono a contatto con questi organi, mentre in *Pentstemon* — come si vedrà più innanzi — il contatto avviene con le parti dorsali; in corrispondenza di ciò, antere staminodio e stimma assumono una posizione affatto diversa nell'ingresso fiorale.

Inoltre la posizione intermedia di *Chelone* fra *Scrophularia* e *Pentstemon* si rileva anche dalla posizione e sviluppo dello staminode che in *Chelone* e in *Scrophularia* appare relativamente corto e peduncoliforme, e prende tale una posizione nel fiore da non riuscire nè di profitto nè di svantaggio ad un insetto che entri nella fauce, e quindi non soggiace alle variazioni che presenta nelle specie del genere *Pentstemon*. Tutt'al più lo staminode di *Chelone* potrebbe servire a dirigere la tromba d'un insetto visitatore ai nettarii di destra o di sinistra, allontanandola dalla regione mediana del fiore. E finalmente per la folta pelosità delle antere il genere *Chelone* richiama alcune rinantacee (p. es. *Euphrasia Odontites*).

Un bombo che visiti i fiori di *Chelone* nel loro stadio maschile dopo averne forzato l'ingresso, urta con la parte inferiore del capo nei peli delle antere (e nello stimma non ancora maturo) e mentre succia il nettare, si deve sporcare di polline quella parte del corpo che, nella visita successiva ad un altro fiore in condizione femminile, viene in primo luogo a contatto con lo stimma giacente innanzi alle antere. L'eteroimpollinazione è perciò pienamente assicurata.

Mancando le visite degl'insetti l' autoimpollinazione può forse aver luogo quando, più tardi, lo stimma, diventato sessualmente maturo, viene a contatto con peli delle antere sparsi di polline; la qual cosa, data la costruzione del fiore, non sembra affatto da escludere.

Nel « Bull. Torr. Bot. Club, XXV, 7, 1898, p. 383 » Lowell dà una descrizione di *Ch. glabra* che in alcuni punti si allontanano da quella di Delpino (l. c. p. 155) e di Loew (l. c.) V. in *Knuth*, Handb. III, 2, p. 117.

Maurandia Barklajana Lindl. secondo Comes (1875) è autogama.

Gen. **Scrophularia** L.

S. peregrina L. Avvenuta l'antesi, gli stami che nella prefloraziono si trovavano curvati indietro, si raddrizzano l'uno dopo l'altro, portando a far deiscere le rispettive antere presso lo stimma, di cui

raggiungono l'altezza, ed impollinandolo con buon successo di fecondazione (*Comes*, loc. cit.).

S. vernalis L. concorda nei punti essenziali con *Sc. nodosa* in quanto alle disposizioni fiorali, ma Warnstorf (*Bot. V. Brand.*, Bd. 38) ha distinto tre stadi nell'evoluzione del fiore, il primo femminile, e due maschili.

La pianta ha un piacevole odore di melissa ed è visitata da bombi (*Knuth*, Handb. Blütenb., II, 2, p. 145), i quali si attaccano ai fiori dal basso.

S. aquatica L. (= *S. oblongifolia* Lois). I fiori giallastri, puzzolenti, costantemente visitati dalle vespe (Dawin) (1), sono proterogini e secernono nettare in piccole gocce da un disco glandoloso epigino.

Lo stimma, già maturo, sporge diritto dal fiore e solo dopo un giorno e mezzo si ricurva all'apice e si rovescia indietro sul lobo mediano inferiore del fiore. Maturano quindi gli stami, si allungano, sorpassano la corolla, e prima due, poi gli altri due occupano il posto tenuto prima dallo stimma. Questo stadio maschile del fiore dura due, tre, quattro giorni, a seconda del tempo più o meno asciutto.

L'autogamia è completamente evitata e solo gl'insetti passando dai fiori più vecchi ai più giovani possono produrre la fecondazione allogamica.

I veri stami sono quattro, ed il quinto è trasformato in una squama inserita sul labbro superiore, la quale offre valido appoggio al capo degli insetti visitatori. Questi sono vespidi: *Vespa Crabro*, *Polistes gallicus*, molto frequenti (*Pandiani*, loc. cit., p. 65) (2).

Müller (*Weit. Beob.*, III, p. 30) riporta che è visitata principalmente dalle specie del gen. *Vespa*, ad eccezione di *V. Crabro*. Osservò pure *Halictus cylindricus*. Plateau (cit. da Knuth) nel Belgio, oltre *Apis*, *Vespa silvestris*, *Odynerus quadratus*, osservò pure *Helophilus*, *Syrphus*, *Rhingia campestris*.

S. alata Gilib. (= *S. Ehrharti* Stev., *S. umbrosa* Dumortier) concorda nelle disposizioni fiorali con *S. nodosa* (Kirchner, *Flora* p. 579; Mac Leod, *Bevr.* p. 191).

S. nodosa L. ha fiori decisamente proterogini (Sprengel, p. 323, Hildebrand, *Geschlechtervert.* p. 18-21).

(1) *Le diverse forme dei fiori*, ecc., p. 101.

(2) Non mi è riuscito aver visione della memoria di T. W. Fulton: *The Inflorescence, Floral Structure and Fertilization of Scr. aquatica and Scr. nodosa*; Trans. and Proc. of the Bot. Soc. of Edinburgh, XVI, 4, 1887.

La globosa campana fiorale, largamente aperta, lascia vedere nel fondo due grandi gocce di nettare, secrete dalla base giallastra dell'ovario, e sembra pel suo allargamento e pel nettare facilmente visibile ed abbondante, e forse anche pel colore, adattata alle vespe (Müller, *Befr.*, p. 281; Kirchner, *Flora*, p. 578; Heinsius, *loc. cit.*, p. 76; Mac Leod, *loc. cit.* p. 190).

Durante il primo periodo della fioritura (per due giorni, secondo Kirchner) lo stilo è disteso e lo stimma maturo sporge dal fiore, mentre gli stami con le antere ancora chiuse sono inclinati e nascosti nel fiore. Quando lo stimma ha ricevuto polline straniero si ripiega col suo stilo in basso, ma non sempre; esso appassisce, e gli stami cominciano a distendersi, a sporgere dal fiore e le antere emettono il loro polline. Se lo stimma non ha ricevuto polline straniero, lo stilo rimane disteso e lo stimma vivace, e le antere si aprono sopra lo stimma; una parte del polline vi cade e così l'autoimpollinazione è assicurata. Mancando le visite degl'insetti, col tempo freddo e piovoso, la pianta è perfettamente fertile.

Gli organi sessuali sono adagiati contro il labbro inferiore della corolla, e vengono toccati dagl'insetti con le loro parti ventrali, e non con le dorsali come accade con la massima parte delle Scrofulariacee e delle Labiate. Oltre i quattro stami fertili, ne è presente in *Scrophularia* un quinto, sterile, trasformato in una squama nerastra; talvolta questo stame è più o meno fertile (*Mac Leod*, loc. cit., p. 189; cfr. *Müller*, loc. cit. ,*Kirchner*, loc. cit.).

Müller riporta come visitatrici dei fiori a motivo del nettare, tutte le vespe nostrali, ad eccezione di *V. Crabro*: *Vespa vulgaris*, *rufa*, *germanica*, *media*, *holsatica*; e tra gli apidi: *Bombus agrorum*, *Halictus sexnotatus*, *zonulus*, *flavipes*.

In « *Alpenblumen* » (p. 267) aggiunge *Bombus senilis*, ed in « *Weitere Beob.* » (III, p. 30) *Halictus cylindricus*, *Bombus pratorum* e *Hoplopus levipes*.

Mac Leod riporta *Bombus agrorum*. *B. hypnorum*, *Halictus sexnotatus*, *Vespa silvestris*, *germanica* e *rufa* (?).

Lubbock (*Brit. w. Flow.* 1903, p. 145) e Delpino (*Ult. Oss.* II, 2) parlano pure di vespe su i fiori di *S. nodosa*.

Talvolta i fiori sono visitati per il loro polline. Già Sprengel trovò un insetto, simile ad un' ape, munito d'un pungiglione, ma molto più piccolo di un' ape, (probabilmente un *Halictus*) intento a raccogliere polline su i fiori di questa specie. Müller vide *Halictus sexnotatus* comportarsi nella stessa guisa, e Trelease (1) presso Ma-

(1) *The Fertilization in « Scrophularia »*, Bull. Torrey Bot. Club, VIII, 12, p. 133, 1881.

dison ebbe l'occasione di osservare una specie dello stesso genere occupata a raccoglier polline.

Lo stesso Trelease (loc. cit.), dopo avere accennato alle osservazioni di Farlow, Gray, Wilson ecc., circa la visita delle vespe ai fiori di *S. nodosa*, riferisce di aver notato in New York, N. Yersey e nel Wisconsin parecchie volte *Eumenes fraterna* e *Odynerus albophaleratus*, ed occasionalmente piccole api appartenenti a due o più specie di *Halictus* su i fiori della specie in parola. Egli riporta pure che i fiori talvolta si mostrano perforati, e quantunque non sia certo, ne attribuisce senza alcun dubbio i fori ad una delle vespe maggiori.

Knuth (*Handb.*, II, 2, p. 144) fa osservare che le antere gialle ed il labbro superiore brunastro dei fiori di *Sc. nodosa* coincidono mirabilmente con la colorazione delle vespe da cui sono visitati.

Sc. lucida L., secondo Medikus, possiede uno stimma eccitabile (Knuth, *Handb. Blüt.* II, 2, p. 146).

Sc. canina L., pure proterogina, secondo Mac Leod (*De Pyrenneeënbloemen*, p. 40) accenna con la forma della corolla ad un fiore melittofilo, ma l'ingresso ne è largo ed il tubo poco profondo. Essa non è mai visitata da api a tromba lunga, ma riceve invece numerose visite da sirfidi ed api a tromba corta; queste ultime si cacciano interamente nei fiori.

Come visitatori osservò nei Pirenei 3 *Halictus*, un icneumonide e 5 sirfidi.

Secondo Meehan (1) è visitata da « small sandwasps and other winged insects ».

Sc. Hoppei Koch. I fiori sono proterogini e secernono nettare da un disco annulare ipogino.

Nel primo stadio sporge dal fiore soltanto lo stilo: poco tempo dopo cominciano a distendersi gli stami, prima i due interni (2) e poscia — quando le loro antere non hanno emesso tutto il polline — i due esterni.

L'autoimpollinazione spontanea è resa difficile o quasi impossibile, poichè lo stilo ordinariamente prima dello sporgere degli stami interni, o almeno prima dell'emissione pollinica delle loro antere, si pone in una posizione verticale rivolta in basso, oppure talvolta si ripiega indietro, venendo così lo stimma a trovarsi sotto la corolla. Spesso, dopo l'esaurimento delle antere, ritorna nella sua posizione primitiva.

(1) *Fertilization of flowers by Insect Agency*: Proceed. Phil. Acad., XXVIII, pp. 108-112, 1876.

(2) Anche in *Sc. nodosa*, secondo numerose osservazioni, gli stami interni sono primi a maturare le loro antere (Trelease, *loc. cit.*).

A motivo del loro colore scuro che li rende poco appariscenti, i fiori — presso Predazzo e San Martino, secondo Schulz (*Beitr.* II, p. 116; 1890) — sono poco visitati da vespe, ieneumonidi e ditteri (1).

Questi insetti si sporcano di polline le loro parti ventrali nei fiori più vecchi, e lo depositano nei fiori più giovani su lo stimma il quale si trova in questi fiori alla stessa posizione in cui nei fiori più vecchi si trovano le antere (Schulz, loc. cit., p. 115)

Sc. lateriflora Trautv., del Caucaso, descritta da Urban (*Einseitswendige Blüthenstände*) e da Loew (*Blütenb. Beitr.* I, p. 24-27), ha pure proteroginia spiccata come *S. nodosa*, e per la breve ed ampia campana fiorale, per il colore dei fiori e per la ricchezza in nettare si dà a riconoscere come adattata alle vespe.

Sc. desertii Del. secondo Fisch (2) è pure proterogina ed adattata alle vespe, ma egli non ha osservato alcun insetto visitatore dei fiori, nei quali servono da posatoio gli organi sessuali molto sporgenti dalla corolla; gli stami di 2-4 mm. e lo stilo di 3-5 mm.

Contro la pioggia il fiore è ben protetto dal lobo mediano del labbro superiore, ma non lo è contro gli ospiti inutili.

Gen. **Pentstemon** Mitch.

P. gentianoides G. Don. e *P. Hartwegi* Benth. secondo Errera (3) sono distintamente proterandri. In seguito ad una curvatura che subiscono i fi-

(1) A. S. Wilson (*On the Association of an inconspicuous Corolla with proterog. Dichogamy in Insect-fertilized Flowers*) ha scritto che la poca appariscenza dei fiori di *Scrophularia* e la loro proteroginia sono vantaggiose alla pianta, poichè entrambe le proprietà sono in correlazione con l'adattamento dei fiori alle vespe, le quali senza molta difficoltà sanno discernere oggetti poco appariscenti. Egli crede che un fiore adattato alla fecondazione mediante le vespe possa raggiungere la sua perfezione maggiore solo quando, essendo facilmente da esse distinguibile, presenti meno attrattive per altri insetti. Il colore e l'odore dei fiori di *Scrophularia* e la qualità del loro nettare tendono evidentemente a questo scopo. Inoltre ha pure osservato che le vespe nel visitare i fiori di una pianta, cominciano da quello superiore, procedendo poscia verso quello più basso, più o meno regolarmente (*). Nel caso di *Scrophularia* è vantaggioso che i fiori sieno proterogini, poichè il fiore più alto, visitato per il primo, non potrà essere fecondato che con polline straniero — qualora la vespa abbia precedentemente visitato altri fiori — ed i più bassi, che sono i più vecchi, forniranno all'insetto nuovo polline (cit. da *Trelease*, loc. cit.; cfr. pure Lubbock, *British. w. flow.* 1903, p. 93; *Flowers, Fruits and Leaves*, 1896, p. 17.

(2) *Beitr. z. Blütenbiol.*; Biblioth. Botan., Heft 48; Stuttgart 1899.

(3) L. Errera et G. Gevaert. — *Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs* etc., avec un appendice: *Pentstemon gentianoides et P. Hartwegi*; Gand, C. Annoot-Braeckman 1879.

(*) In una nota circa i visitatori (5 api e 3 vespidi) di *Sc. leporella* Bikuell presso Passaic (New Jersey), E. W. Berry (*Torreya*, III, 1903, p. 8-9) scrive di non aver potuto constatare in questa specie che le vespe visitino ordinariamente le infiorescenze procedendo dal basso all'alto.

lamenti staminali, le quattro antere (uno stame — lo staminode — è sterile e non porta un'antera normale) vengono a trovarsi insieme sul labbro superiore, e si aprono l'una dopo l'altra (1) prima che lo stimma raggiunga la maturità sessuale.

Gl'insetti che durante il primo periodo penetrano nel fiore per succiarne il nettare che si raccoglie contro l'ovario in fondo alla corolla, si ricoprono inevitabilmente il dorso di polline, quando sieno abbastanza grandi da riempire tutta la cavità fiorale. La sommità dello stilo è in principio diritta e non viene a contatto col polline, ma quando avviene la deiscenza delle due ultime antere comincia a curvarsi in basso: le visite degl'insetti, però, hanno in generale già asportato tutto il polline quando tale curvatura è completa.

In questo secondo periodo l'estremità dello stilo è curvata quasi ad angolo retto e presenta lo stimma, bilobo o quasi, in mezzo alle antere, prive del loro polline. E la superficie stimmatica si ricopre di papille e diviene umida.

Il grosso dittero o imenottero che visiterà il fiore in questo stadio, toccherà lo stimma vischioso precisamente con la porzione del suo dorso che si è caricata di polline nei fiori meno avanzati nello sviluppo: esso provocherà quasi inevitabilmente l'impollinazione allogamica: ora la geitonogamia, ora la xenogamia. L'autogamia interviene soltanto in via succedanea: essa è possibile solo se la mancanza o la poca frequenza degl' insetti hanno lasciato un po' di polline fino alla maturità dello stimma; anche la posizione degli organi sessuali rende questa autogamia più o meno difficile.

Alla fecondazione di questi due *Pentstemon* contribuiscono efficacemente grossi ditteri (sirfidi: *Eristalis*) e imenotteri (*Apis*, *Bombus*). Penetrando nel tubo della corolla e posando le zampe a destra ed a sinistra dello staminode, avanzano fino a che un tramezzo mediano formato dallo staminode e dallo stilo sbarra il passaggio. Ma il tramezzo lascia da ciascuna parte una stretta via (nettaropili), limitata alla periferia dalle basi rigonfiate degli stami nettariferi. Non potendo la testa dell' insetto insinuarsi nei nettaropili, esso distende la sua tromba e perviene a succiare il nettare, purchè la distanza che separa il punto di curvatura dello staminode dal fondo del tubo fiorale, o almeno dalla superficie del liquido secreto, sia minore della lunghezza della sua tromba.

L'insetto esce poi dal fiore a ritroso.

Errera ha poi un'osservazione interessante. Nei *Pentstemon*, a differenza di altre scrofulariacee in cui la secrezione del nettare avviene per mezzo d'una glandola ipogina, di guisa che la corolla distaccandosi non ne trascina punto o quasi con sè, il nettare è secreto alla base di due stami superiori, e la corolla, cadendo, porta con sè il nettario. Gl'insetti, contrariamente a quanto è loro abituale, ricercano il nettare nelle corolle cadute.

(1) Nel suo « *Atlas de poche des Fleurs de Jardins* etc. », Paris, Klincksieck, 1902, p. 103, Hariot scrive « les Pentstemons... ont cinq étamines, d'où le nom générique qu'on leur a donné et... une seule d'entre elles est fertile ».

penetrandovi dalla porta posteriore per risparmiare certamente la fatica di giungervi per la porta anteriore. Ciò prova, rileva Errera, un calcolo in loro ed una potenza di raziocinio tutt'altro che mediocre. Peccato che egli non abbia preso nota delle specie d'insetti ai quali ha visto praticare questa astuzia, se cioè nel numero di questi intelligenti vi fossero soltanto degl'imenotteri o dei ditteri; questi ultimi che, secondo Delpino, hanno per carattere più cospicuo, quello della stupidità.

Secondo Delpino (*Ult. Oss.* I, p. 155-157) i *Pentstemon* rientrano nella forma « nototriba » del tipo « digitaliforme » fra gli « apparecchi a tubo ».

Egli dà una descrizione abbastanza completa di questi fiori, proterandri, caratterizzati da una nettarovia formata dallo stame posteriore, curvato, posato sul labbro inferiore e rivestito di peli. Egli riporta che gli stami s'incurvano prima dall'alto in basso e poi — quando le antere sono appassite — si ricurvano dal basso all'alto. Lo stilo dapprima diretto e volto in alto, s'incurva più tardi in basso e sviluppa lo stimma nello stesso posto ove prima si trovavano le antere.

Questi dati di Delpino concordano con quelli di Errera in quanto allo stilo, ma non in quanto ai movimenti degli stami, giacchè Errera ha osservato le antere sempre applicate contro la parete del tubo corollino, non constatando alcun cangiamento di posizione.

Delpino vide i fiori frequentemente visitati da *Bombus*, *Anthidium* e *Apis*.

Egli pensa che i peli abbondanti i quali rivestono lo staminode nei *Pentstemon* (che per altro mancano in *P. gentianoides* e in qualche altra specie, e non sono nè lunghi nè molto abbondanti in *P. Hartwegi*, come osserva l' Errera) hanno la funzione di servire d'appoggio agl' imenotteri per guidarli al nettare.

Second Kerner (*Schutzmittel d. Blüten*, etc. 1879, pp. 8 e 50) la funzione di questo quinto stame metamorfosato sarebbe quella di escludere dal nettare gl' insetti a tromba corta, troppo piccoli per riempire la cavità corollina ed effettuare l'allogamia. M. W. Ogle (*Pop. Sc. Review*, Jan. 1870, p. 51) riguarda lo staminode come assolutamente inutile; apprezzamento, questo, che Lubbock (*British w. Flow.*, 1903, p. 145) non ammette, pur non suggerendo alcuna funzione.

Errera dopo un' interessante digressione su la definizione della parola « funzione » riconosce allo staminode la funzione assegnatagli da Kerner. Egli ha pure osservato che i fiori di questi due *Pentstemon* citati mostrano talvolta le corolle perforate dagl'insetti. Già Darwin (*Eff. d. fec. incr. e pr.* pp. 304, 305, 307) aveva osservato questo fatto per *P. argutus*, notando che i calabroni perforano i fiori solo quando questi si trovano in gran numero e vicini tra loro. Le perforazioni, nella specie in parola, erano due, una accanto all'altra, al disopra del calice.

In « Blüthenbiologische Beiträge, I » (1) Loew riassume il lavoro citato dell'Errera e fa una estesa disamina di tutte le questioni intavolate dal ge-

(1) Sep. Abdruck aus Pringsheim' s Jahrbücher f. wiss. Botanik, Band, XXII, Heft 4; Berlin, Borntraeger 1891, pp. 31-41

niale botanico belga circa la morfologia dei *Pentstemon*, la natura dello staminode, ecc. ecc. e la filogenesi del *Pentstemon*.

P. campanulatus Willd. Delpino (*Ulter. Oss.* I, p. 149-150) ha osservato quali visitatori *Bombus*, *Anthidium* e *Apis*. Müller (*Weit. Beob.*, III, p. 30) notò su *Pentstemon* del suo giardino *Bombus lapidarius* e *Halictus sexnotatus*.

Ogle (Pop. Sc. Review, 1870, p. 51), citato da Pammel, trovò i fiori di esemplari coltivati che presentavano un foro praticato da insetti.

P. pubescens Sol. (?), *P. ovatus* Dougl., *P. procerus* Dougl., nel giardino botanico di Berlino, venivano visitati da *Apis mellifica*, che soltanto nei piccoli fiori di *P. procerus* riusciva a pervenire al nettare (*Loew*, loc. cit.).

Loew notava poi a raccogliere polline alla fauce dei fiori di queste specie *Andrena combinata*, *Halictus sexnotatus* ed *Osmia rufa*.

I fiori sono proterandri come quelli della specie precedente. Robertson (*Flow. Ascl.*, p. 590) nell'Illinois notò i fiori visitati da 9 apidi a lunga tromba, da 3 farfalle diurne e da un bombilide. *Xylocopa virginica* secondo Schneck (Bot. Gaz. XVI, p. 312) produce un foro alla base della corolla, e del foro approfitta *Apis mellifica*, mentre nei fiori illesi si comporta in guisa normale; e pure normalmente succiano nettare *Bombus pennsylvanicus* e *B. americanorum*.

P. gentianoides Lindl. è stato pure descritto dal prof. F. Pasquale (1). Egli ritiene in questa specie l'autogamia (omogamia) come funzione normale di fronte all'allogamia, del tutto accidentale.

Lo staminodio, inserito a più d'un centimetro dalla base, si versa, incurvandosi bruscamente, sul labbro inferiore, sul quale spesso si adagia per tutta la sua lunghezza, fino alla gola della corolla, ove finisce in forma di spatola troncata all'apice.

La faccia superiore della spatola è coperta da un numero limitato di peli.

Lo staminodio e lo stilo verso la base s'incrociano a mo' di forbici, in modo che premendo con due dita sul tubo angusto della corolla si può dare ad essi lo stesso movimento che si dà alle forbici.

I fiori sono proterandri e le quattro antere si aprono una dopo l'altra: prima le due degli stami più lunghi (interiori) e poscia — dopo diverse ore e talora anche dopo un giorno — quelle degli stami più corti (superiori). Lo staminodio raggiunge la massima lunghezza molto tempo prima dell'apertura delle antere. Invece lo stilo si allunga al massimo grado dopo la deiscenza di esse, e supera alquanto la lunghezza dello staminodio. Lo stimma matura molto tempo dopo che le antere si sono aperte (talvolta anche dopo due giorni), e nel momento di ricevere il polline diventa quasi bilobo e sviluppa le sue papille, segregando l'umore stimmatico.

Pasquale ha osservato nei fiori *Brachipterus cinereus* Herr — tanto comune nei fiori di altre scrofulariacee (*Digitalis purpurea*, *Antirrhinum majus*) — ed un *Halictus*(?) che è da considerarsi come speciale frequentatore dei

(1) *Sulla Impollinazione nel Pentstemon gentianoides* Lindl.: Atti del Congr. bot. internaz. di Genova, 1892, pp. 553-560.

fiori di *Pentstemon*, poichè nelle aiuole delle scrofulariacee nell'orto botanico di Napoli non pervenne a sorprenderlo in altri fiori. Meno frequente notava la visita di altro imenottero più grosso di *Apis*, che preferiva far bottino di polline su i filamenti, su le antere, su lo stilo, su lo stimma.

L'impollinazione autogamica è dimostrata — continua il prof. Pasquale — dalle vere funzioni dello staminodio, che egli ha visto in azione.

Il primo ufficio dello staminodio è quello di raccogliere il polline non appena le antere si aprono, ed il secondo è quello di conservare il polline e porgerlo allo stimma quando questo matura.

Trovandosi lo staminodio come una valvola all'apertura del tubo nettarifero, e pel modo come è inserito su la corolla e per la sua forma, funziona da leva di terzo genere. Il fulcro è al punto d'inserzione, la potenza è da applicarsi al punto più convesso del filamento, e la resistenza, rappresentata dalla spatola, è all'estremo del braccio libero.

La potenza viene esercitata dall'insetto nettarofago e specialmente dall'*Halictus*, il quale penetra nella cavità nettarifera, si situa con i piedi su la base dei filamenti inferiori e con la testa in giù, di modo che l'addome viene a trovarsi sotto la convessità del filamento dello staminodio. Questo agilissimo insetto entra nel tubo nettarifero e ne esce con molta sveltezza. Ha l'addome attaccato al torace per mezzo di un forte peduncolo e lo muove con molta rapidità, cosicchè quando abbottina nella posizione suddetta, con la stessa rapidità solleva ed abbassa lo staminodio. La spatola che è di fronte allo stimma, sollevata, batte ripetute volte contro di esso.

Questo grazioso e sorprendente fenomeno si osserva più facilmente nelle ore calde del giorno, tanto sotto i raggi cocenti del sole, quanto alla luce diffusa, a cielo coperto di nubi.

Pure *Brachipterus* entra interamente nel tubo nettarifero, ed entrando ed uscendo solleva lo staminodio, sicchè la spatola viene a contatto dello stimma.

Alla base dello staminodio, verso il punto d'inserzione, esiste una callosità la quale impedisce che lo staminodio si sollevi più del bisogno, sia per i movimenti degl'insetti, sia per la possibile entrata di un insetto più grosso, perchè urta contro le pareti della corolla.

Anche nelle varietà di *Pent. gentianoides* a spatola glabra, questa non lascia scivolare il polline che raccoglie, poichè la superficie non ne è mai levigata, ma papillosa.

A provare che la naturale ed ordinaria impollinazione è l'autogamica, il prof. Pasquale ricorse alla via sperimentale. Sopra 75 fiori che privò della spatola dello staminodio prima della deiscenza delle antere, egli ottenne solo 15 fiori fecondati. Inoltre stabilì che il 50 % di sterilità è dovuto alla mancata autogamia; il 30 % alla sterilità spontanea, causata molte volte dalle api divoratrici di polline; sicchè non resta in favore dell'allogamia che il 20 %, la quale proporzione, avuto riguardo all'autogamia accidentale, è anche minore. Egli termina la sua memoria, concludendo: che l'impollinazione nel *Pent. gentianoides* normalmente è autogamica, perchè l'ufficio dello staminodio è quello di raccogliere e conservare il polline dello stesso fiore e di

porgerlo a suo tempo allo stimma; che il movimento allo staminodio per porgere il polline allo stimma è dato dagl'insetti che frequentano il nettario, e qualche volta il movimento è spontaneo; che l'impollinazione allogamica, in conseguenza di ciò, diventa del tutto accidentale.

P. Menziesii Hook., descritto da Loew (1) è caratterizzato da un folto rivestimento di peli lanosi su le antere.

La deiscenza di queste avviene mediante una fenditura che si produce su la commissura apicale delle due metà delle antere, e le teche aperte divergono e si espandono a forma di scudo sul filamento che le porta.

Le antere superiori ed inferiori rimangono vicine, appaiate, con i loro lati di sutura rivolti l'uno verso l'altro e formano, mediante i peli lanosi che le collegano, un apparecchio di spargimento del polline analogo a quello del genere affine *Chelone*.

I fiori che Loew potè osservare in esemplari viventi del giardino botanico di Berlino, prendono sul breve peduncolo fiorale una posizione obliquamente rivolta in su. Il calice è lungo circa 15 mm., la corolla di color violetto chiaro raggiunge i 33-39 mm. Il labbro inferiore alquanto più esteso del superiore forma con i suoi tre lobi, lunghi circa 5 mm. e larghi altrettanto, un comodo posatoio per i più grossi apidi.

Sul labbro inferiore corre verso l'interno del fiore un solco mediano, poco profondo, limitato lateralmente da una prominenza longitudinale sparsa di peli rari. Il significato biologico di queste parti è evidentemente quello di stringere l'ingresso fiorale e di proteggere il nettare.

Il quinto stame, ridotto, è inserito a circa 4 mm. sopra la base della corolla; il filamento lungo circa 14 mm., sfornito di peli, finisce con la sua estremità fra il paio superiore ed inferiore delle antere, cosicchè è sorpassato dalle antere anteriori di circa 3 mm. I filamenti degli stami fertili sono inseriti più vicino alla base della corolla che non lo staminode, e formano, quando il fiore è in condizione giovanile, un arco debolmente curvato a forma di S, ma quando le antere sono completamente mature l'arco risente nella sua parte anteriore una curvatura in alto quasi a mo' di ginocchio e l'antera per conseguenza viene distintamente a collocarsi su la linea che guida al nettare.

Alla base degli stami più corti si nota dal lato esterno un rigonfiamento giallo che rappresenta la sede della secrezione nettarea. Il nettario si presenta come un cercine ipogino, ma Loew non vi osservò mai gocciole di nettare. Lo stilo, il quale incrocia la direzione dello staminodio, sovrasta con lo stimma capitato di 5-6 mm. le antere del paio anteriore, cosicchè, almeno nel primo stadio fioreale, l'autogamia è totalmente impedita. L'eteroimpollinazione è favorita dalla proteranderia, poichè le antere si aprono per le più già quando il fiore è in boccio, ed in tempi diversi.

(1) *Die Bestäubungseinrichtung von "Pentastemon Menziesii* Hook. „ etc.; Sonder-Abdr. aus d. Festschrift zu P. Ascherson 's siebzigstem Geburtstage, Berlin, Borntraeger, 1904.

Quantunque nelle piante coltivate in stufa non abbia potuto osservare insetti visitatori dei fiori, Loew è d'avviso che le descritte disposizioni per l'impollinazione sieno con sufficiente sicurezza spiegabili, comparandole con quelle analoghe di *Chelone*. Poichè lo stimma è così collocato dietro l'ingresso floreale che esso debba venire strofinato da un apide il quale s'introduca nel fiore e sia grosso abbastanza da riempirne la cavità, e poichè nello stesso tempo una certa quantità di polline esce dall'apparecchio di spargimento del polline e rimane caricata sul capo dell'insetto visitatore che urta contro detto apparecchio, l'ape deve in una visita successiva ad un nuovo fiore urtare prima contro lo stimma sporgente ed impollinarlo col polline di cui è carico. Inoltre è da premettere che il visitatore possa cacciarsi nella corolla, che va restringendosi a poco a poco, fino a che il corpo urti contro lo staminodio curvato in basso ed incrociantesi nella sua direzione con lo stilo, cosicchè a tal punto l'insetto si arresti e cerchi d'introdurre il succiatoio verso il nettario di destra o di sinistra, alla base degli stami. Poichè la distanza fra il punto d'incrocio suddetto e il nettario raggiunge circa 7, 8 mm., soltanto ad apidi forniti di una tromba di corrispondente lunghezza è possibile raggiungere il nettare in una guisa favorevole per l'eteroimpollinazione. In questo senso riferì già l'Errera ed è pure confermato da osservazioni dirette di Robertson (1) su altre specie melittofile. Negli stadi fiorali più avanzati può in *P. Menziesii* avvenire eventualmente anche l'autoimpollinazione per un ulteriore accrescimento dei filamenti ed una più sensibile curvatura dello stilo, venendo così lo stimma a contatto col polline rimasto fra i peli delle antere. Se questa autoimpollinazione abbia luogo negli esemplari non coltivati e sia coronata da successo, rimane ancora da stabilire.

Da questo esame, continua il prof. Loew, risulta una completa differenza fra la costruzione floreale di *P. Menziesii* e quella di *P. gentianoides* descritta dal prof. Pasquale. Poichè in *P. Menziesii* la distanza fra l'estremità dello staminode e lo stimma corrisponde quasi a mezza lunghezza della corolla, non è possibile che esso serva a trasportare il polline su lo stimma. Di più, in *P. Menziesii* l'apparecchio di spargimento del polline delle antere è senza dubbio il luogo dove il polline cadente viene trattenuto; il filamento dello staminodio, sottile, lontano dalle antere è un organo affatto inadatto a tale scopo. Finalmente il modo d'impollinazione riferito da Pasquale per *P. gentianoides* mediante un piccolo coleottero antofilo (*Brachipterus cinereus Heer.*), il quale deve provocare il movimento dello staminode e quindi lo scarico del polline, suscita dubbi fondati circa la generale validità d'un tale processo, poichè sempre e fino ad ora, secondo le osservazioni di Robertson (loc. cit.), Hitchcock, (2) Merritt (3) ed altri, furono soltanto notati come pronubi normali di *Pentstemon* apidi a lunga tromba, corrispondentemente alla profon-

(1) *Flow. Ins. Asclep. to Scrophul*: Trans. St. Louis Acad. Sci. V (1881), pp. 590-591 - cit. da Loew.

(2) in *Bull. Torrey Bot. Club*; 1893, p. 362.

(3) *Californ. Mount. Flow.*; Erythea V, 1897, pp. 19-21.

dità a cui si trova il nettare; anche il piccolo *Halictus* osservato da Pasquale può rappresentare un visitatore inutile. Perciò la funzione che Pasquale ha attribuito allo staminode, di un apparato sussidiario per l'autogamia, ha tutt'al più anche per i fiori di *P. gentianoides* un'importanza soltanto secondaria. Piuttosto è da ritenere che lo staminodio, il quale in quasi tutte le specie di *Pentstemon* — ad eccezione di alcune poche, in cui si presenta come un'appendice apparentemente inutile — è sviluppato in modo squisito, debba avere una funzione fondamentale analoga. Con ciò non è escluso che in alcune specie esso non possa compiere contemporaneamente una particolare funzione biologica; ad es. quella di servire da posatoio per le zampe degl'insetti, o quella di protezione del nettare, o quella di guidare la tromba d'un insetto, ecc.

L'esame comparativo nelle diverse specie mostra che il filamento dello staminode, più o meno lungo, è ora completamente glabro, ora munito di peli in due serie o a forma di cresta; talvolta si presenta con estremità spatolata, talaltra con base fornita di tricomi rigidi, acuti, a guisa di nettarostegio, ecc.

In questo polimorfismo che si presenta indipendente dall'affinità sistematica — spesso in specie affini in maniera diversa, — si ha una prova sicura « dass wir in dem Staminodium ein noch in funktioneller Umbildung begriffenes Organ vor uns haben » (Loew).

P. levigatus Sol. e *P. pubescens* Sol. secondo le osservazioni di autori locali, come Robertson Ch., Hitchcock A. S., e Alice J. Merritt (ll. cc.) hanno fiori puramente visitati da apidi. Soltanto da apidi grossi e muniti di lunga tromba, come *Bombus*, *Podalirius* ed *Osmia*, possono essi venire visitati in modo egualmente vantaggioso e per il fiore e per l'insetto; mentre gl'insetti troppo piccoli, cacciantisi facilmente nell'ingresso fiorale, e nello stesso modo anche le farfalle, devono essere considerati come ospiti dannosi o indifferenti per l'impollinazione.

Per due specie di *Pentstemon* (*P. barbatus* var. *labrosus* Gray, *Bridgesii* Gray) della California, a fiori rossi, secondo le osservazioni di A. J. Merritt, sono da considerare come visitatori dei fiori anche i colibrì, quantunque non sia da ritenere come esclusiva l'ornitofilia per questi fiori (*Loew*, loc. cit.).

Riassumendo le osservazioni proprie e quelle di altri autori Loew (*Knuth*, Handb. Blütenb., III, 2, p. 347), riduce a tre le disposizioni per la fecondazione che si riscontrano nel gen. *Pentastemon*.

1. Tipo *Menziesii*. Lo spargimento del polline avviene come nel genere *Chelone*; i nettarii si trovano alla base dei due stami superiori e mancano disposizioni protettive del nettare alla base degli stami e dello staminode (*P. Menziesii*, *P. Barettae*).

2. Tipo *Fruticosi*. Mancano i nettarii alla base dei filamenti, ma le basi dei filamenti e quella dello staminode, in modo più o meno squisito, sono conformati a nettarostegi.

La forma della corolla è tubolosa con filamenti distesi (*P. cordifolius* e *ternatus*), ovvero labiata con filamenti curvati (*P. breviflorus*, *antirrhinoides*, *Rothrockii* e *Lemmonii*); nel primo caso anche lo staminode conserva

la direzione dei filamenti e rappresenta soltanto un quinto stame, divenuto sterile, che come i quattro stami fertili funziona da organo di protezione del nettare.

Nel secondo caso — quando la corolla è labiata — lo staminode o è fortemente ridotto (*P. brevifloras*) e probabilmente senza funzione, ovvero mostra la caratteristica piegatura, predominante nel tipo seguente, e presente anche in *P. Menziesii*.

3. Tipo *comune*. I nettarii sono alla base dei due stami superiori; mancano gli organi di protezione del nettare alla base degli stami e dello staminode, e lo spargimento del polline avviene diversamente che in *Chelone*. Vi appartiene il maggior numero delle specie di *Pentastemon* finora antobiologicamente descritte.

Rispetto alla parentela sistematica — continua Loew — il gruppo dei *Fruticosi* appare filogeneticamente come la forma più antica del genere, in cui anche lo sviluppo dei nettarii e dello staminode differisce maggiormente. Da una linea trasversale prossima a questa forma primitiva, si sono distaccate, relativamente più tardi, da una parte le specie del tipo *P. Menziesii* e dall'altra le numerose specie delle sezioni *Eupentastemon* e *Saccanthera*. Le relazioni antobiologiche più prossime delle diverse specie fra loro sono ancora da stabilire!

Gen. **Phygelius**.

Ph. capensis è coltivata spesso nei giardini per i suoi bei fiori di color rosso scarlatto. Essi sono proterogini, e nel primo giorno dopo l'antesi può solo avvenire che lo stimma riceva il polline dei fiori più vecchi; giacchè, essendo lo stilo curvato e lo stimma situato davanti all'ingresso fiorale, nell'interno del tubo, esso viene urtato dagl'insetti che vanno in cerca del nettare. Questo si trova in una piccola insaccatura alla base della corolla tubolosa, protetto dall' ovario che incurvandosi ed accostandosi alla parete corollina, trasforma l'insaccatura in una cavità chiusa.

Più tardi, nel secondo giorno, quando le antere si sono aperte, lo stilo raddrizzato fa sì che lo stimma non si trovi più su la via che conduce al nettare, mentre vi si trovano le antere col loro lato coperto di polline, di guisa che gl'insetti visitatori del fiore, urtandole, si caricano di polline.

Nel terzo giorno lo stilo si curva di nuovo, ripigliando la posizione che aveva nel primo giorno; ma nello stesso tempo si curva anche il peduncolo fiorale, e per effetto di queste curvature simultanee lo stimma vischioso viene a collocarsi sotto le antere vicine ad appassire e può ricevere una parte del polline grumoso che ne esce fuori.

Che se malgrado i provvedimenti descritti il polline non giungesse su lo stimma, l'autogamia avrebbe luogo inevitabilmente al cadere della corolla, giacchè lo stimma rasentato dalla cadente corolla non può mancare di venire in contatto con le antere, prendendosi gli ultimi avanzi del polline ad esse aderente (Kerner, *Vita d. p.*, II, pp. 173, 374).

Gen. **Paulownia** Sieb. et Zucc.

P. tomentosa Stend (= *P. imperialis* Sieb. et. Zucc.) ha fiori odorosissimi, dalla corolla roseo-violacea con due strie zolfine, che richiamano molti insetti.

I fiori, grandi, precoci, hanno quattro stami didinami. Prime ad aprirsi sono le antere degli stami più lunghi. I filamenti, in basso, fanno un giro di spirale, e nei punti di contatto determinano quattro nettaropili, dei quali, guardando dalla bocca del fiore verso l'interno, sono visibili soltanto tre, quello di mezzo e i due laterali, in corrispondenza delle tre docce del labbro inferiore della corolla. Il nettaropilo posteriore dà passaggio allo stilo, addossato come gli stami al labbro superiore, e con lo stimma situato fra le antere (Scotti).

Ne vidi i fiori, a Casalmaggiore, riccamente visitati da *Bombus*, *Xylocopa violacea*, *Apis*.

I *Bombus* si cacciano interamente nel fiore e ne escono a ritroso; alcuni si fermavano a succiare anche su i fiori la cui corolla era già caduta. Ho pure notato che i bombi visitavano di solito uno o due fiori di ciascuna infiorescenza, indugiandosi solo per qualche istante innanzi agli altri (maggio, 1905).

Gen. **Collinsia** Nutt.

Questo genere, come *Ocymum* fra le Labiate, presenta l'apparecchio per l'impollinazione rovesciato, e corrisponde perciò il fiore al tipo papilionaceo. Gli stami e lo stilo si trovano sul lato inferiore del fiore, e sul lato superiore si trovano il quinto stame, trasformato in organo secernente nettare, ed il nettario rappresentato da una insaccatura alla base della corolla.

Il fiore è evidentemente adatto all'impollinazione mediante gl'insetti, tuttavia, anche con l'esclusione di questi, si autofecondano e sono fertili col loro proprio polline (*Delpino* (1), *Hildebrand* (2) *Müller* (3).

C. bicolor e *C. verna* presentano le disposizioni fiorali accennate.

C. Canadensis, secondo Breitenbach (Kosmos, 1884), possiede tre specie di fiori: fiori grandi, ermafroditi: fiori piccoli, femminili ed altri in cui una delle antere è atrofizzata.

Gen. **Mimulus** L.

In questo genere l'irritabilità dei lobi stimmatici (4) i quali si rinchiu-

(1) *Ult. Oss.* p. 151, 152.

(2) *F. Delpino's weitere Beob. ü. d. Dichogamie im Pflanzenreich;* Bot. Zeit. 1870, p. 42 Sep. Abdruck.

(3) *Die Befruchtung*, p. 283.

(4) V. pure Burk W.: *On the irritable stigmas of " Torenia Fournieri „ and " Mimulus luteus „ and on means to prevent the germination of foreign pollen on the stigma;* Bot. Centralblatt 1902, p. 645.

dono quando vengono toccati, costituisce un mezzo per favorire l'eteroimpollinazione.

Allorchè un insetto ne visita i fiori, urta col suo dorso carico del polline d'altri fiori le superficie interne dello stimma bilabiato. Questo, appena coperto di polline, rinchiude tosto i suoi labbri, che così non possono riceverne di proprio, quando l'insetto, rinculando, abbandona i fiori (*Hildebrand*) (1).

Batalin (Bot. Zeit. 1870, p. 53, 54) ha osservato questo processo in *M. guttatus* DC., allorchè le api s'introducono nei suoi fiori.

G. M. Thomson (2) ha osservato analogamente in *M. luteus* L. (= *M. guttatus*). Lo stilo, più lungo degli stami più lunghi, finisce con uno stimma a due labbri, in forma di lamelle piatte, viscide nella loro faccia interna.

Il labbro superiore è diritto contro il tubo della corolla, mentre l'inferiore strapiomba nel tubo stesso ed è su la via percorsa dagl'insetti che entrano nel fiore.

Quando il labbro inferiore, irritabile, viene toccato, si ripiega in su a combaciare contro il superiore, staccandosene dopo breve tempo se nel contatto non ha ricevuto polline. Ma se nell'urto subito per parte d'un insetto — api — riceve del polline proveniente da altri fiori, il combaciamento dei due labbri stimmatici dura per molte ore.

Per giungere al nettare nel fondo del fiore, l'insetto oltrepassa le antere, dalle quali viene sporcato di polline. Secondo lo stesso autore (loc. cit.) *M. moschatus* ha pure lo stimma eccitabile. Questa eccitabilità dei lobi stimmatici impedisce l'autoimpollinazione. Se essi non si chiudessero — nota Kitchener (cit. da Loew, *Knut. Handb.* III, 2, p. 123) — al contatto d'un insetto che visita il fiore, l'insetto dovrebbe, nell'uscire a ritroso dal fiore, deporre su lo stimma il polline preso dagli stami più corti.

Secondo Darwin (3) *M. luteus* e *roseus*, quantunque si prestino facilmente ad essere impollinati per mezzo degl'insetti, si autofecondano perfettamente e producono molti granelli, qualora manchino le visite degl'insetti.

M. Tillingii secondo Behrens (Progr. Elberfeld 1877-78) e *Diplacus puniceus* Nutt. si comportano come *Mimulus* (Hildebrand, *loc. cit.*).

Rehmannia e *Torenia* hanno pure specie a stimma bilobo eccitabile.

In *Torenia Fournieri* Linden. i lobi eccitabili dello stimma — secondo osservazioni di Burck (l. c.) — rimangono chiusi per un tempo più lungo solamente nel caso che essi abbiano ricevuto il polline degli stami più lunghi; mentre la chiusura dei lobi stimmatici è di breve durata, qualora fossero stati impollinati con polline — del resto normale e fertile — degli stami più corti.

Ed anche adoperando polline di piante diverse, d'altri generi, avviene lo stesso fatto.

(1) *Fed. Delpino's Beobacht. ü. die Bestäub. bei d. Phanerog*; Bot. Zeit. 1867, n. 36, p. 284.

(2) *On the Fertilization of New Zealand flowering Plants*; Trans. N. Z. Institute, XIII, p. 277, 1880.

(3) *Gli effetti della fec. incr. e propria*; p. p. 49, 50.

Mimulus luteus si comporta analogamente, ma gli stimmi rimangono sempre chiusi quando sieno impollinati con polline proprio, sia che provenga da gli stami corti o da quelli lunghi.

A spiegare la causa determinante la chiusura più o meno lunga dei lobi stimmatici da parte delle due sorta di polline, Burck trovò, in seguito ad esperienze, che gli stimmi rimangono chiusi solo nei casi in cui il polline impiegato sottrae l'acqua dal tessuto dello stimma.

Il vantaggio biologico di tale eccitabilità degli stimmi risiede nel fatto che il polline, in virtù della chiusura permanente dei lobi stimmatici, non può essere rimosso in una successiva visita di insetti ed è forse protetto contro una germinazione dannosa di polline straniero.

Gen. **Glossostigma** W. e A.

Il genere differisce dalle scrofularinee citate a stimma eccitabile, per avere lo stimma composto d'un solo lobo, il quale si ripiega e si colloca su la via percorsa dagl'insetti che entrano nel fiore. Appena che è toccato ed impollinato, lo stimma si rialza immediatamente, sgombra per così dire la via agl'insetti, il che ha per effetto che esso non possa ricevere polline proveniente dalle antere vicine (*Kerner*) (1).

Gl. elatinoides Benth. secondo Cheeseman (2), ha uno stimma a forma di cucchiaio che si rivolge indietro e ricopre le quattro antere. Se esso viene toccato, compie rapidamente un angolo di almeno 180 gradi, e si colloca sopra il labbro superiore della corolla, dove rimane per alcuni minuti, prima di ripigliare lentamente la sua primitiva posizione. È quindi evidentemente assicurata l'eteroimpollinazione se hanno luogo le visite degl'insetti.

Nella eccitabilità dello stilo, Lee scorge un mezzo per proteggere il polline dal bagnarsi durante le inondazioni, a cui questa pianta palustre — che ricorda la *Limosella* — è frequentemente esposta.

Gen. **Gratiola** L.

G. officinalis L. Il nettare è secreto da un disco alla base dell'ovario. Lo staminode, inutile, spesso manca (3). Nè in Vaucher (*Hist. phys des pl. d'Europe*, III), nè in Loew (*Blut. Flor.* pp. 289, 290), nè in Knuth (*Handb.*, ecc., II, 2, p. 155) sono riportati insetti visitatori dei fiori.

Gen. **Limosella** L.

L. aquatica L. I fiori sommersi non si aprono e l'autogamia avviene nei fiori chiusi (Kerner, *Vita delle piante*, II, p. 385).

(1) *Vita delle piante*, II, p. 275.

(2) *Fertilization of Glossostigma*: Nature, XVII, p 163; cfr. pure H. Müller: *Beziehungen zwischen Pflanzen und Thieren*, Bot. Jahresb, V, p. 746.

(3) Cfr. P. Ascherson in *Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg.* 31 Jahrg. 1889, p. XVI-XXI; Loew, *Die Bestaubungseinr. von Pentastemon Menziesii Hook.* etc.; Sond. Abd. aus der Festschr. zu P. Ascherson's siebzigstem Geburtstage, Berlin, Borntraeger 1904, p. 3.

Anche Henslow (*Self Fertiliz.*, p. 373) riporta questa specie come autofertile. I piccoli fiori — egli dice — lo stimma globoso fra le antere e l'abbondanza dei semi accennano ad autogamia.

Gen. **Lindernia** All.

L. pyxidaria L. presenta fiori casmogami, cleistogami e forme intermedie. Le prime due sorta di fiori possono trovarsi su la stessa pianta. Nell'Europa meridionale ed occidentale prevalgono i fiori cleistogami, ma talvolta si hanno anche fiori casmogami (Loew, *Blüt. Florist.*, p. 290).

Il dott. Kuhn (Bot. Zeit., 1867, p. 65) ha raccolto tutte le notizie riguardanti i fiori cleistogami di questo genere.

Hysanthes gratioloides Benth. nativa del Nord-America ed importata in Francia, possiede pure fiori casmogami e cleistogami (Urban, *Studien;* Loew, *Blütenbiol. Fl.*, p. 290).

Gen. **Veronica** L.

V. lutea Westst. (*Paederota Ageria* L.) ha corolla con labbro superiore bifido e stami più corti di essa. Lo stilo sporge oltre le antere e serve da comodo posatoio agl'insetti i quali, se arrivano sporchi di polline preso da altri fiori, determinano incrociamenti inevitabili.

In questa specie non può avvenire l'autogamia perchè lo stimma è e rimane collocato, per tutto il tempo della fioritura, in modo da non poter ricevere direttamente il polline da le antere del proprio fiore (*Kerner*, loc. cit. pp. 297, 389). Kerner (loc. cit. p. 389) riporta che molti individui di questa pianta nel giardino botanico di Innsbruck non produssero mai frutti, mancando gl'insetti che, invece, nelle stazioni originarie del Tirolo meridionale e della Carniola la fecondano eterogamicamente, e dove quindi essa produce frutti abbondanti.

V. Beccabunga L. concorda nel nettario, nel nettarostegio e nei nettarindici con *V. chamaedrys,* ma se ne distingue nello sviluppo e nella posizione degli stami e dello stilo. È proterogina.

Quando il fiore si apre, lo stimma è già sviluppato ed atto a trattenere il polline portatovi da gl'insetti; le antere sono ancora chiuse.

Col tempo freddo ed umido i fiori si aprono soltanto a metà, cosicchè rimanendo le antere aperte a contatto con lo stimma, l'autoimpollinazione è inevitabile. Ma col tempo caldo e col sole i petali si espandono largamente, i filamenti sono molto più divergenti e si trovano già lontani dallo stimma prima ancora che avvenga la dei-

scenza delle antere. In tale condizione, gl'insetti effettuano etero- ed autoimpollinazione (*Müller*, (1) *Kirchner*, (2) *Mac Leod* (3)).

Müller (loc. cit.) come visitatori principali dei fiori cita *Syritta pipiens* ed *Ascia podagrica* (osservati pure da Knuth in varie parti della Germania), mentre più raramente osservava: *Eristalis sepulcralis*, *Scathophaga stercoraria*: *Apis mellifica*, *Andrena parvula*, *Halictus sexstrigatus*.

V. Anagallis L. concorda nel nettario e nelle disposizioni fiorali con la specie precedente.

I fiori sono visitati da ditteri (*Kirchner*, loc. cit.). Fra questi Müller (*Weit. Beob.* III, p. 32) riporta *Empis livida*, *Anthomyia* sp., *Ascia podagrica*, *Syritta pipiens*. Quest'ultimo sirfide fu osservato anche da Heinsius (loc. cit. p. 76).

V. Teucrium L. concorda nel meccanismo per l'impollinazione con la specie seguente, ed i suoi fiori sono copiosamente visitati da muscidi, sirfidi, apidi e sfegidi (*Kirchner* loc. cit. p. 589).

Mac Leod (*De Pyreneënbloemen*, p. 38) osservava *Halictus Smeathmanellus*.

V. Bonarota L. (= *Paederota Bonarota* L.). Esemplari coltivati esaminati da Loew (*Blütenb.*, p. 50) presentavano fiori omogami. Il tubo è lungo 4 mm.

Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 329) al principio della fioritura le antere non giungono allo stimma, ma più tardi, allungandosi i filamenti, le antere vengono alla stessa altezza dello stimma e l'autoimpollinazione spontanea è resa possibile.

V. Chamaedrys L. I fiori sono resi vistosi dal loro colore turchino-chiaro e dal loro aggruppamento in racemi: linee turchino-scure sul lembo corollino e chiare nel centro della corolla mostrano agl'insetti la via al nettare. Questo è secreto da un disco carnoso, giallastro, situato sotto l'ovario, ed è raccolto nella porzione inferiore del tubo Un anello di peli che escono dal tubo corollino, ricoprono il nettare dall'alto e lo difendono contro la pioggia.

Antere e stimma raggiungono la maturità sessuale nello stesso tempo, ma mentre lo stimma si protende diretto in basso lungo la linea mediana del petalo inferiore, i due stami si rivolgono in fuori, a destra l'uno e a sinistra l'altro, avanti ai petali laterali. Cosicchè, data questa posizione degli organi sessuali, può avvenire soltanto l'eteroimpollinazione mediante gl'insetti. Questi, posati sul petalo

(1) *Die Befruchtung*, p. 286.
(2) *Flora von Stuttgart*, p. 588.
(3) *Over de Bevruchting*, ecc., p. 195.

inferiore, toccano prima d'ogni altro lo stimma con le loro parti ventrali. Ma se l'insetto avanza fino all'ingresso del tubo per succiare il nettare, esso abbraccia con le sue zampe anteriori le radici assottigliate dei filamenti che, facilmente girevoli, vengono a trovarsi sotto l'addome dell'insetto, sporcandolo di polline. Tale processo ripetendosi spesso sopra altri fiori, l'incrociamento è favorito e nuovo polline si deposita contro l'addome dell'insetto.

Anche l'assottigliamento dello stilo alla sua base è un adattamento a questo modo d'impollinazione, poichè esso assicura il contatto dello stimma con le parti ventrali dell'insetto, posto sul petalo inferiore. Inoltre, esso permette che lo stilo si diriga più facilmente in basso, senza che la sua presenza renda meno comodo all'insetto di posarsi sul fiore (Müller; *Befrucht.* p. 285).

Müller (loc. cit.) cita *Rhingia rostrata; Melanostoma mellina*, *Ascia podagrica*, entrambe osservate ad effettuare l'impollinazione nel modo descritto; *Apis mellifica*, *Andrena Gwinana*, *A. fulvicrus*, *Halictus longulus; Cistela rufipes*, intenta a rodere le antere.

Nelle Alpi, su lo Stelvio (*Alpenbl.*, p. 272), osservò oltre a *Melithreptus dispar* e *Bombus pratorum*, due lepidotteri: *Lycaena Eumedon* e *L. minima*.

In « Weit. Beobachtungen « (III, p. 31) cita altri ditteri ed altri imenotteri in maggior numero, ed osserva che non sarebbe naturale — seguendo l'esempio di Delpino per *Solanum* e *Verbascum* — considerare come una pura accidentalità, senza significato, la visita di tante api e ditteri ad un fiore, fornito d'un meccanismo per l'impollinazione che solo da piccoli ditteri (sirfidi) può essere messo in azione, e parrebbe perciò riservato soltanto ad essi. E tanto più stridente sarebbe questa scappatoia,quanto più numerose sono tali visite. Egli pensa — come sola spiegazione possibile — che *Ver. Chamaedrys* e le altre specie di *Veronica*, fornite dello stesso meccanismo per l'impollinazione, abbiano acquistato i loro caratteri in tempi e in luoghi in cui alla visita dei loro fiori partecipavano principalmente sirfidi, e che più tardi si sieno diffuse in località, ovvero sieno entrate in condizioni d'esistenza che menano ad esse una tale diversità di altri insetti.

Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 381) nei fiori che rimangono chiusi durante il tempo cattivo, ha luogo l'autoimpollinazione spontanea.

V. urticaefolia Jacq. concorda nei punti essenziali e nel modo di impollinazione con la specie precedente. Lo stilo però è più corto e più eretto, ed il nettare manca del nettarostegio (Müller; *Alpenbl.* p. 271).

Anche Schulz (loc. cit., 17, p. 117) constatò le disposizioni fiorali nel modo descritto da Müller, ed osservò presso Bolzano, nel Wintschgau ed a Fiemme che i fiori erano frequentemente visitati da ditteri, e più di rado da imenotteri.

V. officinalis L. I fiori che non si espandono mai quanto in *V. Chamaedrys*, concordano con questa specie nella secrezione del nettare e nel nettarostegio.

Müller (*Befr.* p. 287) descrive i fiori come omogami. Stapley (1) in Inghilterra osservò fiori proterandri, e Kirchner (*Flora*, p. 587) descrive tre forme di fiori, cioè omogami, proterandri e proterogini. Nei fiori omogami gli stami sono un po' divergenti e non vengono a contatto con lo stimma; ma gl'insetti provocano auto- ed etero-impollinazione. Escludendo gl'insetti ha luogo l'autoimpollinazione spontanea quando la corolla comincia ad appassire, giacchè i filamenti — piegando in dentro e in basso — portano le antere a contatto con lo stimma (cfr. *Müller*, loc. cit.).

Nei fiori proterandri lo stimma si trova, all'antesi, più alto delle antere, e l'autoimpollinazione spontanea è impossibile.

Nei fiori proterogini lo stilo con lo stimma già maturo sporge di circa 2 mm. dal fiore ancora chiuso; anche quando il fiore è aperto le antere rimangono chiuse per qualche tempo: infine esse si trovano al disopra dello stimma come nei fiori omogami. Visitano i fiori empidi, sirfidi e apidi. Müller (loc. cit.) oltre questi riporta pure *Bombus restalis*, *B. Barbutellus*, *B. mendax*: quest'ultimo osservato nelle Alpi (*Alpenbl.* p. 272).

Mac Leod (loc. cit. p. 196) non sa se le tre forme di fiori descritte si riscontrino pure nel Belgio.

V. montana L. concorda nelle disposizioni per l'impollinazione con *V. Chamaedrys*, ma ha fiori più grandi ed in racemi più ricchi, e visitati da un maggior numero d'insetti, compresi tra sirfidi, apidi e sfegidi (Müller, *Weit Beob.* III, p. 32: *Alpenblumen.* p. 272).

V. aphylla L. I fiori sono debolmente proterogini, ed in quelli che rimangono semichiusi durante il tempo cattivo avviene facilmente l'autoimpollinazione spontanea a motivo del contatto fra le papille inferiori dello stimma e le antere, più basse di esso. (Müller, *Alpenbl.* p. 270). A visitarne i fiori Müller osservava *Anthomyia* sp. (?) e *Cheilosia* sp. (?), nonchè un coleottero, frequente, *Anthophagus alpinus*.

(1) In *Nature*, 1882, p. 127; cit. in *Botan. Centralb.* XIII, p. 118.

Le osservazioni di Schulz (loc. cit. 17, p. 117) concordano con quelle di Müller, ed egli pure (loc. cit. p. 194) come lui osservò spesso gli stami atrofizzati. Müller inoltre riscontrò pure alcuni fiori che si presentavano con 5 petali.

β. *V. longistila* (Ball.) è riguardata da Caruel (1) come una varietà a stilo allungato della specie precedente. Egli accenna pure che la varia lunghezza dello stilo potrebbe connettersi con modificazioni dell'androceo, in modo che questo caso potrebbe rientrare nella serie dei fenomeni dicogamici (come p. es. nelle primule), ma non ebbe campo di eseguire ricerche sulla pianta viva.

Errera e Gevaert (2) danno una lunga descrizione di questa specie. Le loro osservazioni furono fatte sopra un individuo coltivato della var. β *puberula* Benth. Essa è lievemente proterogina, e visitata da imenotteri, ditteri e raramente da alcuni lepidotteri.

A motivo della vicinanza dei fiori nell'infiorescenza, gl'insetti danno luogo alla geitonogamia e la xenogamia non è esclusa.

V. spicata L. presenta fiori proterogini e fiori proterandri. Sopra alcuni ceppi, gli stili sporgono dai fiori prima che sieno completamente aperti, si piegano in basso e sviluppano completamente il loro stimma, prima ancora che deiscano le antere. Su altri ceppi invece, al tempo in cui i fiori si aprono, gli stami sorpassano di molto lo stilo, il quale raggiunge la sua completa lunghezza e la perfetta maturità del suo stimma, dopo che le antere si sono vuotate di polline.

Inoltre si trovano non raramente su le due specie di ceppi dei fiori i cui stili non giungono affatto al loro sviluppo completo e rimangono nascosti nel tubo corollino; anzi avviene così generalmente di tutti i fiori su i ceppi maschili. Spesso questi stili atrofizzati si trovano in numero doppio.

Il nettare secreto dalla base carnosa dell'ovario si raccoglie nel tubo lungo 2-3 mm. ed è protetto da un nettarostegio peloso dall'accesso delle gocce di pioggia.

Mediante le visite degl'insetti, l'eteroimpollinazione è assicurata dalla sporgenza dello stimma, maturo, su gli stami, come pure dalla proterandria o dalla proteroginia.

L'autoimpollinazione potrebbe forse di quando in quando avvenire, mancando le visite degl'insetti, per la caduta del polline su lo stimma (Müller, *Befrucht.*, p. 287).

(1) in *N. Giorn. Bot. It.* I, p. 292

(2) *Loc. cit.* p. 140.

Müller (loc. cit.) riporta come visitatori dei fiori *Apis mellifica*, *Prosopis communis*, *Psammofila viatica*, *Cerceris labiata*, *C. nasuta*.

In « *Alpenblumen* » (p. 272) cita *Apis mellifica* e *Bombus alticola* e in « *Weitere Beobachtungen* » (III, p. 33) *Zigaena carniolica*. Gerstaecker, (1) presso Bolzano, trovò i fiori di *V. spicata* visitati principalmente da specie di *Xilocopa* : *X. violacea*, *cyanescens*, *valga*.

Secondo Kerner (2) in *V. spicata*, *spuria* ed in quelle *Veronica* a infiorescenze spiciformi, i fiori sono decisamente proterogini ed avverrebbero incrociamenti per geitonogamia.

V. Ponae Gouan. I fiori sono di un violetto-roseo; il nettare è completamente nascosto.

Mac Leod (*De Pyreneeënbloemen*, p. 38) osservava i seguenti visitatori dei fiori : *Bombylius fugax*, *Bacha obscuripennis*, *Platycheirus manicatus*, *Empis chioptera*, fra i ditteri.

V. longifolia L. In esemplari di giardino Knuth trovò disposizioni analoghe a quelle di *V. spicata*, ma i fiori sono omogami. In principio i due stami sporgono dal fiore circa 5 mm. ed un po' divergenti, e volgono in basso le superficie di deiscenza delle antere. Lo stimma, già sviluppato, si trova sopra un corto stilo piegato a gomito e fuori della linea di caduta del polline. Quando le antere appassiscono, lo stilo si allunga e si raddrizza, venendo così lo stimma a trovarsi nel posto in cui prima erano le antere coperte di polline, e su la linea di caduta del polline dalle antere dei fiori giovani soprastanti (Knuth, *Handb. Bl.* II, 2, p. 169).

Knuth osservò nei dintorni di Kiel : *Apis mellifica*, molto frequente, *Bombus terrester*, frequente : *Syrphus ribesii* e ditteri di media grandezza.

V. saxatilis Jacq. ha fiori omogami. Il nettare è secreto in discreta quantità da un anello carnoso, giallo-aranciato, ipogino : si raccoglie nel fondo di un tubo lungo circa 3 mm. ed è protetto da un anello di peli radi contro l'accesso delle gocce di pioggia.

I fiori azzurri, dalla fauce porporina, concordano nei punti essenziali con quelli di *V. Chamaedrys*, tanto nelle Alpi che in Groenlandia (Warming).

Nei fiori che col tempo piovoso rimangono semichiusi ha luogo probabilmente l'autoimpollinazione spontanea per l'immediato contatto degli stami con lo stimma.

Visitatori dei fiori sono ditteri e lepidotteri principalmente ed alcuni bombi (Müller, *Alpenbl.* p. 267).

(1) *Stettiner entomol. Zeitung*, 1872, p. 272.
(2) *Loc. cit.* II, p. 321.

V. serpyllifolia L. ha fiori per lo più omogami, ma talvolta proterogini, o proterandri secondo Warnstorf. Il petalo superiore e i due laterali sono ornati da linee violetto-scure. Gli stami sono un po' più alti dello stimma e ai due lati di esso: talvolta gli sono così vicini che l'autoimpollinazione è inevitabile.

Ma nei fiori proterogini, al principio della fioritura, quando le antere sono ancora chiuse, ha luogo l'incrociamento mediante gl'insetti (Müller, *Befr.*, p. 289; Kirchner, *Flora*, p. 589; Mac Leod, *loc. cit.*, p. 196).

Müller (loc. cit.) osservò, in esemplari fioriti in camera, *Calliphora erythrocefala* introdurre la sua tromba successivamente in ogni fiore, effettuando quindi in quelli omogami l'auto- e l'eteroimpollinazione.

V. bellidioides L. I fiori omogami, nettariferi, mancano di nettarostegio.

Mediante gl'insetti che con le diverse parti del corpo vengono a contatto con gli stami e con lo stimma, è possibile l'incrociamento; ma l'autoimpollinazione spontanea ha luogo regolarmente venendo a contatto, nei fiori semichiusi, stami e stimma.

La fitta pelosità che ricopre l'ovario costituisce un mezzo di protezione contro la crudezza atmosferica, mentre i peli glandolosi che rivestono il peduncolo, nella sua porzione superiore, ed il calice, costituiscono una difesa contro l'accesso ai fiori di piccoli animali striscianti.

Visitatori: *Empis pilosa*, *Plusia Hochenwarthi* e *Melitaea varia* (Müller, *Alpenbl.*, p. 269).

Le osservazioni di Schulz (loc. cit., 17, p. 117) concordano con queste di Müller.

V. alpina L. I piccoli fiori azzurrognoli, del diametro di poco più che 4 mm., concordano con quelli della specie precedente. Non di rado essi sono proterogini, ma si trovano anche dei fiori, semiaperti persino col sole, i cui stami hanno già le antere aperte. In conseguenza della loro poca appariscenza, i fiori sono in ogni caso scarsamente visitati dagl'insetti. Ma col tempo freddo i fiori rimangono chiusi e gli stami si trovano in contatto immediato con lo stimma.

Talvolta in molti fiori gli stami sono atrofizzati.

Visitatori: *Anthomyia* (spec.?). (Müller, *Alpenbl.*, p. 270). Cfr. Schulz (loc. cit. 17, p. 117), Lindman (1). Questi sul Dovrefjeld trovò i fiori prima proterogini e poi omogami: gli esemplari di Groenlandia, secondo Warming, concordano con quelli alpini.

(1) *Bidrag till Kännedomen om Skandinaviska Fjellväxternas Blomming och Befruktning*, p. 81, 1887.

V. arvensis L. ha fiori omogami, privi di nettarostegio nel tubo. La base degli stami non è assottigliata. Le antere e lo stimma si trovano alla medesima altezza e poco lontani fra loro, cosicchè l'autoimpollinazione spontanea può facilmente avvenire (Kirchner, *N. Beob.* p. 56; *Flora*, p. 591). Müller (*Weit. Beob.* III, p. 35) riporta come visitatori dei fiori: *Andrena cingulata*, *Halictus albipes*, *H. punctatissimus*, *H. zonulus*, *Sphecodes gibbus*, osservati a Lippstadt.

Schletterer (cit. da Knuth) presso Pola osservò: *Halictus calceatus* e *H. malachurus*.

V. peregrina L. ha fiori omogami che per lo più rimangono chiusi, e quei pochi che si aprono anche in tempo soleggiato non espandono la loro corolla — bianca, priva di nettarindici — ma i quattro lobi lanceolati eguali fra loro, sono rivolti in alto e simulano una piccola campanella, il cui ingresso è appena di un millimetro. Il fondo della corolla non ha peli, e non vi si osserva alcuna secrezione di nettare.

Lo stilo è cortissimo, cosicchè lo stimma posa quasi su l'ovario e si trova più basso delle antere. L'autoimpollinazione spontanea ha luogo, in ogni caso, di regola ed è senza dubbio coronata da successo, poichè la pianta produce numerosi frutti (Kirchner, *N. Beob.* p. 56; *Flora*, p. 591).

V. triphyllos L. Fiori omogami. Gli stami non sono assottigliati alla base, e le antere si trovano alla stessa altezza dello stimma. L'autoimpollinazione spontanea è perciò inevitabile quando il fiore si chiude, ciò che avviene nelle ore pomeridiane e quando il tempo è cattivo. I peli che rappresentano il nettarostegio sono poco sviluppati (Kirchner, *N. Beob.* p. 56; *Flora*, p. 590).

Müller (*Weit. Beob.* III, p. 35) osservò visitatori *Andrena Gwinana* ed *Apis mellifica*, in gran numero.

V. persica Poir. (= *V. Tournefortii* Gm.). Fiori omogami. Il nettario ed il nettarostegio hanno lo stesso sviluppo che in *V. Chamaedrys*. Nei fiori a corolla completamente espansa, gli stami si elevano divergenti in avanti, cosicchè le antere distano circa 3 mm. l'una dall'altra: lo stilo un po' più corto si trova piegato in basso. Nei fiori non completamente aperti, le antere sono addossate allo stimma, e l'autoimpollinazione spontanea ha luogo facilmente

I filamenti sono alquanto assottigliati alla base (Kirchner, *N. Beob.* p. 57).

Kirchner (loc. cit.) ne osservò i fiori, già aperti alla fine di febbraio, visitati da *Vanessa urticae*.

V. agrestis L. Fiori omogami. Col tempo cattivo i fiori si aprono imperfettamente, le antere rimangono a contatto con lo stimma.

si ha luogo l'autoimpollinazione spontanea. Col tempo favorevole, invece, i fiori si aprono più largamente, e gli organi sessuali si trovano quasi paralleli.

Gli stami sono assottigliati alla base ed un po' piegati in fuori, ma non così come in *V. Chamaedrys*, con la quale questa specie concorda per ciò che riguarda il nettario ed il nettarostegio.

I fiori sono scarsamente visitati da apidi e muscidi (Müller, *Weit. Beob.* III, p. 33; cfr. Kirchner, *Flora*, p. 593; Mac Leod, *loc. cit.* p. 197; Darwin, *Eff. fec.* ecc. p. 267).

L'autogamia, fertile, in questa specie, già riconosciuta da Darwin (*Eff. fec. incr. e pr.*, p. 267) fu constatata, recentemente, da Ponzo (III, p. 12).

V. polita Fr. Fiori omogami; concordano nel nettario e nel nettarostegio con quelli di *V. chamaedrys*. Col tempo favorevole, soleggiato, la corolla si espande in modo che gli stami divergono alquanto; ordinariamente essi inclinano, cosicchè le antere, che si aprono verso l'interno del fiore, vengono fra loro a contatto e posano su lo stimma, rendendo inevitabile l'autoimpollinazione spontanea (Kirchner, *N. Beob.* p. 57; *Flora*, p. 592).

V. hederaefolia L. concorda per la secrezione del nettare e per la sua protezione con *V. Chamaedrys*.

I filamenti staminali non si assottigliano alla base. Nei fiori omogami, le antere aperte circondano lo stimma ed ha luogo l'autoimpollinazione spontanea, che dà regolarmente buoni frutti. (Cfr. *Darwin*. l. c. p. 267). Col tempo sfavorevole i fiori rimangono chiusi.

Quantunque i piccoli fiorellini, isolati, di colori smorti sieno i meno appariscenti fra tutti quelli delle specie di *Veronica* trattate, e vengano soltanto di rado visitati dagl'insetti — apidi —, tuttavia è questa una delle specie più comuni del genere (Müller, *Befr.* p. 288, *Weit. Beob.* III, p. 33; Kirchner, *Flora*, p. 593; Mac Leod, *loc. cit.* p. 197; Darwin, *loc. cit.* p. 267).

Gen. **Wulfenia** Jacq.

V. carinthiaca Jacq. è proterogina (*Hildebrand*) (1), con autoimpollinazione forse esclusa. Queste osservazioni si riferiscono ad esemplari coltivati.

Gen. **Digitalis** L.

D. purpurea L. ha fiori proterandri. Il nettare è secreto da un cercine carnoso che circonda la base dell'ovario. La corolla, irregolarmente campanulata, ha il lembo troncato a sghembo.

(1) *Geschlechtervert. bei den Pflanzen*, p.18.

Internamente, come nettarindici, ha macchie porporino-scure, circondate da anelli bianchi, e nella porzione inferiore è fittamente guarnita di peli, mediante i quali alle piccole api è impedito l'accesso al nettare. La posizione obliqua dei fiori, con la bocca rivolta in basso, protegge il nettare contro la pioggia.

L'androceo ha quattro stami didinami. Nel primo periodo fiorale, le antere ancora chiuse hanno una posizione trasversale sul filamento, e quindi all'asse del tubo della corolla. Prime ad aprirsi sono le antere degli stami lunghi, collocandosi in una posizione longitudinale.

Secondo Ogle (1) le antere degli stami più lunghi, come quelle che si trovano più vicine allo stimma, sarebbero situate nel modo più conveniente per una facile autofecondazione, ma siccome ciò sarebbe poco vantaggioso, esse versano in sul principio il loro polline, diminuendo le probabilità di un'autogamia.

Anche le antere degli stami più corti si comportano nella stessa guisa prima di schiudersi. Hildebrand (2) ha però constatato che finchè non si apra lo stimma bifido, il polline sopra di esso non produce effetto alcuno.

I grandi calabroni possono penetrare facilmente in questi fiori, e mentre sono occupati a succhiarne il nettare, si sporcano di polline le parti inferiori del corpo. Siccome nell'uscirne non rivoltano l'addome in su, il polline non può venire applicato contro lo stimma del proprio fiore, ma è facilmente depositato su quello di altri fiori che essi successivamente visiteranno (*Darwin*, loc. cit., p. 63).

Ma Müller (*Befruch.* p. 284) e Kirchner (*Flora*, p. 585) riferiscono che i bombi si cacciano completamente dentro nella campana fiorale e col loro dorso strofinano antere e stimma, e quando la visita dei bombi è più frequente, tutte le quattro antere sono private del loro polline prima che avvenga la separazione dei lobi dello stimma. Che se mancano le visite da parte dei bombi, le antere contengono ancora polline quando lo stimma divarica, e quindi facilmente accade l'autoimpollinazione spontanea. Questa, come appare dalle tabelle XXIII e XXV di Darwin (loc. cit.), è senza successo.

Ludwig (3) in diverse località trovò individui a fiori femminili.

Come visitatori dei fiori Müller (*Befr.*, p. 285) riporta *Bombus terrestris*, *hortorum*, *agrorum*, frequenti: *Andrena coitana* e *Halictus*

(1) *Pop. Science Review, Jan.* 1870 (cit. da Darwin in: *Gli effetti della fec. incr. e propria*, p. 63).

(2) *Bot. Zeit.* 1865, p. 5, 6; *Geslech.-Verth.* ecc., 1867, p. 20.

(3) *Die Gynodiöcie von* « Digitalis ambigua Murr. » *und* « D. purpurea L. »; Kosmos. I, 1885.

cylindricus, frequenti. *Bombus hortorum* fu pure osservato da De Vries (1) nell'orto botanico di Amsterdam. Schulz (loc. cit. Heft. 17, p. 216), ha osservato negli esemplari dell'erbario di Münster dei fiori che erano forati.

D. ambigua Murr. (= *D. grandiflora* Lam.). I fiori nettariferi sono decisamente proterandri.

La bocca del fiore è così aperta che bombi d'ogni specie vi penetrano comodamente e poscia con la tromba distesa, succhiano il nettare nascosto nel fondo del fiore.

L'eteroimpollinazione è assicurata dalla spiccata proterandria e dal fatto che i bombi — secondo il loro costume — incominciando dai fiori più bassi di ciascuna infiorescenza, visitano dapprima i fiori più vecchi che si trovano in condizione femminile, e quindi i più giovani che sono in condizione maschile.

Mancando le visite degl'insetti ha luogo molto facilmente l'autoimpollinazione spontanea (*Müller, Kirchner*). Müller (*Alpenblumen*, p. 275) riporta come visitatori *Anthophora furcata* e *Bombus hortorum* nelle Alpi, e nelle bassure (*Weit. Beob.* III, p. 30), *Andrena coitana*, *Halictus* sp., *Dufourea vulgaris*. Ludwig (loc. cit.) trovò questa specie ginodioica in Sassonia. Schulz (loc. cit. Heft 17, p. 194) vide dei fiori femminili di questa specie in esemplari disseccati, provenienti dai Riesengebirge, ed osservò nel Tirolo *Bombus terrester* che pratica un foro per succhiare il nettare. Loew (*Bl. Fl.*, p. 395) osservò nella Slesia *B. hortorum*, e Schletterer e Dalla Torre (cit. da Knuth) riferiscono per il Tirolo *B. pomorum*.

D. lutea L. Il nettare, come in *D. purpurea*, è secreto dalla base dell'ovario, rivestito in alto di peli radi; e peli lunghi, radi, guarniscono pure l'accesso del giallo tubo corollino. Mentre questo è largo in *D. purpurea* tanto che i bombi vi possono comodamente ed interamente penetrare, in *D. lutea* esso è così stretto che vi trova posto soltanto il capo dei bombi; inoltre è così lungo (13-14 mm.) che i bombi a tromba corta, e specialmente *Bombus terrestris* (8 mm. di tromba), anche quando vi introducono il capo (lungo circa 5 mm), raggiungono il nettare, ma difficilmente possono sfruttarlo completamente.

Gli esemplari di questa specie osservati da Müller nei Vosgi, a meno di 1000 m. sul livello del mare erano spiccatamente proterandri. Si aprono prima le antere degli stami più lunghi che poscia si piegano lateralmente, più tardi si aprono le antere degli stami più corti che si ripiegano anch'essi lateralmente. Lo stilo quindi si allunga e lo

(1) *Bestuivingen van Bloemen door Insekten*, 1874, p. 11.

stimma divarica i suoi due lobi. L'incrociamento è perciò inevitabile con le visite degl'insetti, ma se questi mancano, l'autoimpollinazione spontanea può tutt'al più avvenire quando, cadendo la corolla, le antere ancora coperte di polline vengono a strofinare contro lo stimma.

Gli esemplari, invece osservati nella valle di Sulden (fra i 15-1800 m. d'altezza sul mare) sviluppavano gli stimmi contemporaneamente al secondo paio degli stami. Quindi l'autofecondazione era immancabile, mancando le visite degl'insetti.

Nei Vosgi egli osservò *Bombus hortorum* a visitarne i fiori ed a succiarne normalmente il nettare, ed a Sulden osservò *B. terrestris* che frodava il nettare mediante un foro che praticava nei fiori (*Alpenblumen*, p. 273).

Schulz (loc. cit. Heft 17, p. 116), presso Bolzano, osservava nei fiori di *D. lutea* una proterandria ancora più pronunciata di quella degli esemplari da Müller esaminati nei Vosgi.

All'aprirsi del fiore lo stilo, con i lobi stimmatici ancora chiusi, sovrasta di poco le antere degli stami più corti od arriva alla base di quelle degli stami più lunghi. I lobi stimmatici per lo più si separano dopo che le antere degli stami corti — deiscenti per ultime — sono vuote o quasi completamente vuote del loro polline; talvolta lo stimma ritarda la sua maturità sessuale fino a che la corolla comincia ad appassire e facilmente si stacca dal calice. Lo stilo, a sviluppo completo, raggiunge la base del labbro superiore o sporge alquanto dal fiore. L'autoimpollinazione perciò, nel maggior numero dei casi, è completamente esclusa.

I fiori, nettariferi, presso Bolzano, sono frequentemente visitati da *Bombus hortorum*: inoltre da *B. mastrucatus* e più raramente da *B. terrestris* vengono forati. Una sola volta Schulz (loc. cit. p. 216) osservò pure a Schloss Runkelstein *B. lapidarius*.

Oltre i fiori ermafroditi, trovò pure fiori femminili, su lo stesso individuo, in numero molto minore di quelli e sempre nella porzione più alta dell'infiorescenza. Talvolta nel mezzo dell'infiorescenza, fra le due specie di fiori si trovano forme intermedie. Solo due individui possedevano fiori esclusivamente femminili.

Sicchè *D. lutea* in località più alte è omogama, in località più basse è proterandra.

Si presenta ginodioica e ginomonoica abbastanza raramente (*Schulz*, loc. cit. p. 194).

Gen. **Erinus** L.

E. alpinus L. secondo Mac Leod è lepidotterofilo. Egli osservava, nei Pirenei, quali visitatori dei fiori *Pieris brassicae* ed *Hercyna phry-*

gialis fra i lepidotteri, e *Bombylius fugax*, fra i ditteri (*De Pyreneën-bloemen*, p. 38).

Nei fiori, omogami, è possibile l'autoimpollinazione (Loew, *Bl. Fl.* p. 50). Il nettare, secreto da un anello alla base dell'ovario, si raccoglie alla base del tubo.

E. (Zaluzianskya) lychnoidea, del Capo di Buona Speranza, odora fortemente di notte ed è sfingofila, secondo Mattei G. E. (*Lepidott.* o *Dicog.*, p. 31).

Gen. **Melampyrum** L.

M. pratense L. I fiori sono proterogini e nettariferi. Il nettare, secreto dalla base dell'ovario — che si allarga in un lobo carnoso, biancastro, solcato da una doccia nettarifera — si raccoglie nel fondo del tubo ed è protetto contro la pioggia da un anello di peli. Il tubo bianco-giallastro, triangolare, stretto, si allarga bruscamente nella parte anteriore. L'ingresso del fiore è però reso più stretto da due pieghe laterali; mentre due eminenze gibbose del labbro inferiore ed una piega che si trova dietro il margine libero del labbro superiore contribuiscono sempre più a restringerlo.

Un bombo può forzare dette pieghe ed introdurre la sua testa nel fiore, mentre insetti più deboli ne sono esclusi.

Le quattro antere, collegate per i loro margini, formano un unico serbatoio del polline, collocato sotto il labbro superiore conformato a cappuccio. Il polline, in esso contenuto, non può uscirne se non quando le antere vengano urtate nell'appendice spiniforme con la quale esse sono terminate. L'urto produce la separazione delle antere, ed il polline farinoso cade dal serbatoio.

I filamenti staminali, i quali nella porzione stretta del tubo sono concresciuti con esso, diventano liberi e rigidi nella porzione slargata del tubo stesso; si elevano obliquamente in alto e nei margini interni sono dentellati fino all'altezza della porzione cappucciforme del labbro superiore.

Quando un insetto introduce la sua tromba nel fiore seguendo la linea mediana, per evitare le punte acute che guarniscono i filamenti, tocca prima lo stimma il quale si trova innanzi alle antere, e poscia le appendici spiniformi di queste. L'urto, come si è detto, determina lo scostamento delle antere ed il polline cade su l'insetto o su la sua tromba. L'incrociamento è quindi assicurato.

Mancando le visite degl'insetti, avviene l'autogamia, giacchè lo stilo incurvandosi sempre più, viene a portare lo stimma sotto le antere, le quali, per l'afflosciamento della corolla e dei filamenti con essa saldati, si allontanano un poco l'una dall'altra e lasciano ca-

dere liberamente il polline (*Müller* (1), *Kirchner* (2), *Kerner* (3), *Mac Leod* (4).

I fiori vengono visitati da diversi *Bombus*, alcuni dei quali — *B. terrestris*, *pratorum*, *lapidarius* — producono fori al disopra del calice, nel tubo fiorale, per suggerne fraudolentemente il nettare (Müller, *loc. cit.*; *Weit. Beob.* p. 36; Schulz, *loc. cit.* 17, p. 217.

Di questi fori approfittano poi altri apidi, come *Osmia rufa*, *Halictus sexnotatus*, *H. zonulus* ecc. e principalmente anche *Apis mellifica*, la quale — come Schulz osservò — produce essa stessa il foro.

Mac Leod (loc. cit.) oltre *Bombus lapidarius* e *B. pratorum* cita due *Hesperia (sylvanus?, lineola?)*.

La secrezione nettarea nei nettarii estranuziali (5) delle brattee superiori continua sino alla maturazione dei frutti, ed attira le formiche. Queste estraggono dalle capsule i semi, che per un singolare mimetismo sono simili per grossezza, forma, colore e peso alle loro ninfe, e li portano nei loro nidi, dove i semi germogliano (*Kirchner*, loc. cit.).

Rathay (loc. cit.) non è dello stesso avviso di Delpino, Belt e Kerner circa la funzione dei nettarii estranuziali a proposito di quelli che si riscontrano in alcune specie di *Melampyrum*, e poichè le formiche mediante queste glandole nettarifere vengono attratte in prossimità dei frutti, Lundström (6) pensa che tali glandole nettarifere possano essere in stretta relazione col supposto mimetismo osservato nei semi.

M. arvense L. concorda in generale con la specie precedente, ma le sue infiorescenze sono rese più appariscenti dalla colorazione porporino-rossastra delle brattee, delle corolle a fauce gialla. Il tubo corollino è però più lungo.

I fiori sono visitati da bombi e frequentemente sono forati. Dei fori poi approfittano *Apis mellifica* e parecchie piccole *Vespe* (Müller, *Weit. Beob. III.* p. 36; Kirchner, *Flora*, p. p. 596; Schulz, loc. cit.

(1) *Die Befruchtung* ecc., p. 296.

(2) *Flora*, ecc. p. 594.

(3) *Loc. cit.*, p. 346.

(4) *Loc. cit.*, p. 202.

(5) Cfr. a questo proposito: Rathay, *Ueber nectarabsondernde Trichome einiger " Melampyrum "* — *Arton;* Sitzb. der K. Akad. d. Wissensch. LXXXI, Abt. I 1880, pp. 55-77.

(6) *Pflanzenbiologische studien*, 2. *Die Anpassungen der Pflanzen an Thiere*, Upsala, 1887.

V. pure: Trelease W., *Myrmecophilism;* Psyche, feb. mar. 1889, pagine 171-180.

p. 218) Nettarii estranuziali si trovano al disotto delle brattee (*Rathay*, loc. cit.: *Beguinot*). (1)

M. nemorosum L. ha d'ordinario infiorescenze più appariscenti di quelle della specie precedente giacchè il colore giallo-aranciato della corolla e del labbro inferiore esercitano un contrasto spiccato col colore violaceo delle rimanenti foglie.

Il tubo corollino è lungo quasi quanto in *M. arvense*, ma soltanto nei primi cinque millimetri della sua lunghezza è diretto obliquamente in alto, incurvandosi quindi quasi orizzontalmente. I fiori, come quelli di *M. pratense*, subiscono alterazioni di colore. Il giallo oro del labbro inferiore e della porzione inferiore (anteriore) del tubo si cangia in bruno giallo-aranciato nei fiori più vecchi; il qual colore agl'insetti più intelligenti (bombi), accenna che in questi fiori non v'è più nulla da sfruttare e ne risparmia ad essi la visita inutile.

Al cangiamento di colore si accompagna un incurvamento dei fiori in basso, per effetto del quale accade l'autoimpollinazione spontanea, se essi non furono precedentemente incrociati.

Bombus lapidarius, *B. muscorum*, *B. terrestris*, *Psithyrus rupestris* succhiano il nettare mediante fori che producono nel tubo. *Apis mellifica* ne approfitta (Müller *Weit. Beob. III.* p. 38: Schulz, loc. cit., p. 217).

Presenta nettarii estranuziali (Rathay, loc. cit.).

M. cristatum L. ha, nei punti essenziali, le medesime disposizioni per l'impollinazione delle tre specie precedenti. Il tubo fiorale è però sensibilmente più corto di quello di *M. pratense*.

Alla fecondazione concorrono egualmente bombi. Müller (*Weit. Beob.*, *III*, p. 39) cita *Bombus lapidarius*.

M. silvaticum L. ha fiori molto più piccoli che nelle precedenti specie di *Melampyrum*. Le disposizioni fiorali sono molto semplici e poco diverse da quelle precedentemente descritte.

Un insetto il quale introduca la sua tromba nell'ingresso del fiore urta con essa prima contro lo stimma e poscia contro i lati delle antere coperte di polline.

Non esiste un nettario speciale; il nettare, in quantità molto meschina, sembra prodotto dalla porzione inferiore dell'ovario.

Coll'appassire della corolla, l'estremità terminale dello stilo si piega in modo che lo stimma viene a trovarsi sotto le antere, e l'autoimpollinazione spontanea è assicurata.

Visitatori dei fiori: *Bombus senilis*, *Vespa rufa* (Müller, *Weit. Beob. III*, p. 41).

(1) Fiori e Paoletti. — *Flora anal. d'Italia*, II. 3.

Secondo Schulz (loc. cit. p. 218), esemplari del suo erbario — provenienti dai Riesengebirge — presentano fiori forati.

A questo proposito, il dr. Ogle (*Pop. Science Review*, Jan 1870, p. 47) trovò nel genere *Melampyrum* il 96% di fiori forati.

Gen. **Tozzia** L.

T. alpina L. I fiori hanno lo stesso color giallo intenso di *Viola biflora*; però invece delle linee nere che in queste rappresentano il nettarindice, in *Tozzia alpina* hanno lo stesso ufficio le macchie porporino-nerastre dei tre lobi del labbro inferiore. Il nettare, secreto dalla base carnosa, gialla, dell'ovario, è accessibile comodamente ad insetti la cui proboscide raggiunga alcuni millimetri di lunghezza.

La posizione orizzontale del fiore protegge il nettare dalla pioggia, e forse nei fiori accidentalmente rivolti un po' obliquamente verso l'alto, contribuiscono pure a tale protezione i peluzzi di cui è rivestita la parete interna del tubo fiorale nella sua porzione inferiore.

I fiori sono omogami o solo molto lievemente proterogini.

Dal rapporto del relativo sviluppo fra la corolla e lo stilo, l'incrociamento, mediante le visite degl'insetti è in particolar modo assicurato o almeno favorito, e dalla reciproca posizione degli stami e dello stimma l'autoimpollinazione spontanea è ordinariamente impedita (1).

Quando i fiori si aprono, la corolla non ha ancora terminato di crescere, e lo stilo, un po' piegato in basso all'estremità, sorpassa di molto gli stami; cosicchè il suo stimma già sviluppato viene urtato dagl'insetti prima delle antere ancora chiuse in principio, ma molto presto deiscenti. Quindi, ogni volta che un insetto, sporco del polline di altro fiore precedentemente visitato, arrivi in un fiore ancora giovane, l'incrociamento viene effettuato.

Più tardi, allungandosi ulteriormente la corolla, lo stilo si ritira sempre più verso il fondo del fiore, e viene a trovarsi o sopra o fra le antere od anche dietro ad esse, con la sua estremità piegata in basso. Sicchè, se nel primo periodo i fiori erano manifestamente femminili, più tardi hanno sola funzione maschile, giacchè difficilmente lo stimma viene urtato da un insetto che li visiti. Ma fra questi due stadi vi è un periodo in cui essi fungono nello

(1) Kerner (*loc. cit.* p. 356) ha però osservato che per mezzo dell'incurvatura dello stilo, lo stimma viene a contatto col polline caduto fra i peli della porzione inferiore del tubo corollino, e quindi è possibile l'autogamia.

stesso tempo da maschili e da femminili: però l'incrociamento mediante gl'insetti è favorito dalla posizione sporgente dello stimma (*Müller*) (1).

I fiori sono visitati da ditteri e Müller (loc. cit.) riporta i seguenti: *Anthomyia impudica*, *A. humerella*, *Aricia* spec.?, *Scathophaga stercoraria*, in gran numero; e fra i sirfidi: *Cheilosia carbonaria*, *Ch. pubera*, *Ch. sparsa*, in gran numero, *Ch.* (spec.?), tutte assiduamente succianti nettare.

Gen. **Euphrasia** L.

E. salisburgensis Funck. I fiori, secondo Müller (*Alpenbl.* p. 280) concordano per la loro grandezza e l'appariscenza con la forma micranta di *E. officinalis*

Nei fiori giovani lo stimma sorpassa le antere ed è così piegato in basso, che viene toccato prima dalla tromba dei bombi, delle api, dei ditteri e forse anche delle farfalle, che vanno a succhiare il nettare. Questo è secreto da un rigonfiamento su la faccia anteriore della base dell'ovario e si raccoglie nel fondo del tubo lungo solo in principio 3-4 mm. Se la tromba di questi insetti è già sporca del polline di altri fiori precedentemente visitati, l'incrociamento è effettuato. Poscia essi urtano in una delle appendici delle antere e si ricoprono la tromba di nuovo polline.

In seguito la corolla si allunga, mentre lo stilo conserva la sua lunghezza primitiva. Cosicchè lo stimma è portato dietro le antere, e nei fiori più vecchi si trova a giacere ora sopra le antere, ora in mezzo ad esse. Nella prima di dette posizioni, se esso non venne già precedentemente impollinato, si raggrinza inimpollinato, mentre se trovasi fra le antere ne riceve direttamente il polline. (I fiori più vecchi si lasciano riconoscere a prima vista da una colorazione violetta del labbro inferiore, bianco nei fiori giovani, e probabilmente anche dai visitatori più intelligenti vengono riconosciuti e schivati).

Lo stilo, lungo il tratto che nei fiori giovani giace su le antere, è fornito di radi peli bianchi, i quali ne assicurano la sua posizione su la linea mediana e gli impediscono di scivolare lateralmente giù dalle antere, come non di rado avviene in *E. Odontites*.

Visitatori: *Melithreptus* (spec.?), *Merodon cinereus*, fra i ditteri; *Apis mellifica*, *Bombus pratorum*, *B. terrestris*, fra gl'imenotteri; *Syrichtus serratulae*, *Lycaena Argus*, *L. Icarus*, *Argynnis Aglaja*, *A. Pales*, *Erebia Mnestra*, *E. Tyndarus*, fra i lepidotteri (*Müller*, loc. cit.).

(1) *Alpenblumen*, p. 277.

E. officinalis L. Il tubo fiorale lungo 4-6 mm. si allarga considerevolmente all'ingresso, cosicchè un insetto fornito d'una tromba di 4 mm. può raggiungere il nettare quando introduca il suo capo nella larga apertura fiorale. (Per la secrezione del nettare, come in *E. Odontites*).

Il labbro superiore della corolla, foggiato a tetto, ha l'orlo rovesciato in dietro, l'inferiore è trilobo coi lobi bifidi. Macchie aranciate sul labbro inferiore e venature violacee sui lobi servono da nettarindici.

Il polline è secco e polverulento e cade da le antere sul capo degl'insetti visitatori. Ma se in *E. Odontites* ciascuna antera è fornita di due punte rivolte in basso, in *E. officinalis* (secondo Schulz) le due metà dell'antera superiore e la metà superiore dell'antera inferiore hanno una breve punta, mentre le punte delle metà inferiori delle antere superiori sono molto più lunghe, e vengono quasi unicamente urtate da gl'insetti visitatori, quando questi cacciano il capo fra le antere.

Müller (*Befruch.* p. 291) ha descritto due forme di questa specie: una forma macranta ed una micranta.

Nella macranta, lo stimma sporge fuori del fiore prima della deiscenza delle antere e perciò viene sempre toccato prima da gl'insetti, cosicchè esso rimane — anche dopo la deiscenza delle antere — sempre impollinato per incrociamento. Ma se mancano le visite degl'insetti esso resta infecondato. Delpino ha manifestamente osservato soltanto questa forma, giacchè egli riporta *E. officinalis* come proterogina (*Ulter. Oss.* I, p. 130).

Nella forma micranta, lo stimma si trova, al principio della fioritura, sopra e dietro le antere, cosicchè non viene toccato dagli insetti; ma a poco a poco allungandosi lo stilo, esso viene portato sempre più in avanti e in basso, sicchè è possibile l'incrociamento mediante gli'insetti, o l'autoimpollinazione spontanea per la caduta del polline su lo stimma. Quindi nelle due forme l'eteroimpollinazione mediante gl'insetti è assicurata dalla reciproca posizione degli organi sessuali, ma se mancano le visite degl'insetti, l'autoimpollinazione è impossibile nella forma macranta, mentre è inevitabile nella micranta.

Schulz (loc. cit., 17, p. 121) distingue in questa specie 7 forme, collegate da forme di passaggio. Il nettario è più o meno pronunciato e la copia del nettare molto diversa. Le visite degl'insetti sembrano dipendere dalla quantità del nettare e non da la grandezza della corolla.

I fiori sono visitati da api (*Bombus agrorum, B. pratorum, Apis mellifica, Nomada lateralis*) ditteri (*Systoechus sulphureus, Syrphus*

sp., *Melitreptus taeniatus*) e farfalle (Müller, *Befr.* pag. 293, *Alpenbl.* p. 279, *Weit. Beob.* p. 35; Schulz, loc. cit.).

Warming (1) per la Groenlandia menziona soltanto una forma micranta, autogama: Lindman (2) in diverse regioni della penisola scandinava trovò le due forme mulleriane, e presso Kongsvold sul Dovre (900 m.) e a Fokstuen (980 m.) trovò soltanto la forma micranta, il cui stilo era così piegato che lo stimma giaceva proprio in direzione verticale sotto le quattro antere. Anche nel Belgio, secondo Mac Leod (loc. cit. p. 202) la forma più diffusa sembra questa in cui è assicurata l'autoimpollinazione spontanea, per l'incurvarsi dello stilo. Knuth (*Nordfr. Ins.*, p. 114) trovò pure le due forme macranta e micranta nelle isole del nord della Frisia.

Axell (3) riporta i fiori di *E. officinalis* come proterandri, ma secondo Schulz questo dato riposa sopra una osservazione sbagliata.

Kirchner (4) ha identificato la forma macranta di Müller, in cui può soltanto aver luogo l'impollinazione mediante gl'insetti, con la forma fitografica *E. pratensis* Fries., e la forma micranta mulleriana — in cui è pure possibile l'autoimpollinazione spontanea — con la forma fitografica *E. nemorosa* Pers. Ma Schulz (loc. cit.) osserva che tal modo di vedere è completamente infondato, poichè tanto in *E. pratensis* quanto in *E. nemorosa* — che per altro non sono unite da forme ibride intermedie — si presentano individui con fiori solamente impollinabili con l'intervento degl'insetti e individui nei cui fiori accade regolarmente l'autoimpollinazione spontanea: senza dubbio il numero dei primi in *E. pratensis* è molto più considerevole del numero di quelli della seconda forma. Darwin riporta questa specie nella lista di quelle che protette dagl'insetti, produssero frutti, ed osservò pure due piccoli ditteri — *Dolichopus nigripennis* e *Empis chioptera* — che frequentemente succhiavano nei fiori (*Eff. fec. incr. e pr.*, p. 267).

E. minima Schleich. Secondo Müller (*Alpenbl.* p. 281) i fiori gialli rassomigliano nella struttura e nello sviluppo successivo delle parti a le forme micrante di *E. officinalis*, poichè in essa, come in questa, l'incrociamento mediante gl'insetti è assicurato dalla posizione sporgente dello stimma, e l'autoimpollinazione spontanea avviene regolarmente mancando le visite degl'insetti.

(1) *Om Bygningen* ecc., p. 143.
(2) *Bidrag till Känned.* ecc. p. 81-82
(3) *Om Anordn.* p. 28.
(4) *Flora von Stuttgart*, p. 602-603.

Il nettare, secreto da un rigonfiamento brunastro alla base dell'ovario, si raccoglie nel fondo del tubo. Questo si allarga in alto, cosicchè molti visitatori (p. es. *Muscidae*) oltre la tromba, possono introdurvi anche il capo. Il labbro superiore si inarca, come in *E. officinalis* e *salisburgensis*, a guisa di tetto su le antere e spiega in alto e indietro il suo orlo come uno stendardo. Il labbro inferiore, trilobo, offre un comodo posatoio agl'insetti, e nello stesso tempo presenta nelle linee porporine correnti verso l'ingresso del fiore, un elegante nettarindice.

I filamenti sono, separatamente, piegati nel largo ingresso del fiore, di guisa che la testa d'un insetto può cacciarsi in mezzo ad essi; le estremità superiori, curvate in alto, portano le antere. Le antere di ciascuna metà del fiore aderiscono fra loro, mentre sono strettamente serrate a quelle dell'altra metà del fiore per le facce su cui avverrà la deiscenza.

Ciascuna delle quattro antere è munita inferiormente d'una punta aguzza, la quale è così prolungata in basso, nell'ingresso del fiore, che la tromba d'un insetto — forse quella delle farfalle eccettuata — non può evitare di urtarla. L'urto determina l'uscita d'un po' di polline polverulento su la tromba.

Come in *E. officinalis*, nelle forme micrante, anche in *E. minima* lo stimma giace in principio sopra le antere, cosicchè non viene toccato dagl'insetti; ma a poco a poco, per un ulteriore accrescimento dello stilo, lo stimma viene portato in avanti ed in basso, sicchè è favorito l'incrociamento; ed infine, continuando lo stilo a piegarsi in basso ed in dentro, lo stimma viene a trovarsi precisamente sotto le antere superiori le quali, se manca la visita degli insetti, si aprono alla fine da sè, e l'autoimpollinazione spontanea è assicurata.

Quali visitatori dei fiori Müller (loc. cit. p. 283) riporta due ditteri: *Aricia lucorum*, *Melithreptus scriptus* ed un lepidottero: *Erebia Tyndarus*.

Kerner di Marilaun (1) considera tre stadi fiorali. Nel primo stadio, quando le antere sono ancora chiuse, lo stimma sporgente e innanzi alle antere, può ricevere soltanto il polline portato dagli insetti. Nel secondo stadio, quando le antere sono aperte, lo stimma mantiene la stessa posizione di prima, ma un'autogamia è impossibile, giacchè esso è così collocato, che da un insetto il quale si introduca nel fiore, viene sollevato e messo quasi fuori di strada.

(1) *Ueber die Bestäubungseinr. der Euphrasien*, in Verhandl. d. k. k. zool. bot. Gesell. Bd. XXXVIII, 1888, pp. 563-566.

Ma l'insetto riceve polline sul dorso dallo scuotimento prodotto contro le antere, e può portarlo su lo stimma d'un altro fiore in primo stadio. Nel terzo stadio l'estremità dello stilo si curva in basso in modo che lo stimma ancor vivace viene sotto la fenditura delle antere, e quivi viene ricoperto di polline da se stesso cadente a motivo del rilassarsi dei filamenti.

Secondo lo stesso Kerner (loc. cit.) *E. salisburgensis* Funk. ed *E. stricta* Host., riguardo al modo d'impollinazione — con piccole differenze — concordano con *E. minima*.

Schulz (loc. cit. 17, p. 124), quantunque abbia osservato nelle stesse località dove anche Müller osservò questa specie, trovò che nella maggior parte dei casi, lo stimma completamente sviluppato giaceva già nel boccio sotto le antere superiori o persino sotto le antere inferiori. Per lo più, siccome lo stilo durante la fioritura non cresce nell'egual misura della corolla (e secondo Kerner la corolla non subisce alcuna variante durante i tre stadi), lo stimma perviene un po' più tardi sopra le antere superiori; talvolta però esso rimane nella sua posizione originaria.

Di quando in quando lo stimma giace anche nel boccio sopra le antere superiori.

In tutte le forme fiorali, almeno verso la fine della fioritura, l'autoimpollinazione spontanea è quasi inevitabile. Ma in tutte, ad eccezione dell'ultima, in principio è possibile solo l'eteroimpollinazione.

Egli osservò a visitare i fiori di *E. minima* ditteri e imenotteri minori.

E. Rostkoviana Hayne. Nei fiori proterogini, nettariferi, si distinguono tre stadi.

Nel primo stadio, quando il fiore si apre, lo stilo è così sporgente che lo stimma viene a trovarsi molto lontano dall'orlo delle antere anteriori. L'autogamia è impossibile, ma un insetto il quale, per succhiarne il nettare, deve farsi la via fra i due labbri del fiore e precisamente sotto lo stimma papilloso, può soltanto recare su lo stimma polline proveniente da altri fiori più vecchi.

Questo stadio dura un giorno. Nelle successive 24 ore ha luogo un aumento nella lunghezza del tubo corollino per cui gli stami in esso inseriti vengono spinti innanzi, mentre lo stilo il quale era arcuato, diventa semplicemente diritto, senza subire variazione alcuna nella lunghezza. Lo stimma viene quindi a giacere su le antere anteriori, ma non può abbassarvisi più profondamente, essendo le due antere congiunte mediante lunghi peli. Frattanto le antere si sono aperte verso l'interno, ed il polline quantunque polverulento non può cadere da sè, poichè le antere con le loro fenditure

si toccano e formano una conca — come in tutte le *Euphrasia* — in cui esso è raccolto. In questo secondo periodo della vita fiorale, l'autoimpollinazione è ancora impossibile, ma un insetto visitatore rimuovendo le antere superiori, determina con l'urto la caduta del polline dalla conca. L'insetto così sporco del polline ricevuto, può cederne ad altri fiori, favorendo l'incrociamento.

Nel terzo stadio, cioè nelle successive 24 ore, il tubo corollino si allunga ancora d'1 mm.; gli stami vengono nuovamente spinti innanzi, ma lo stimma — poichè lo stilo rimane invariato — viene a giacere su le due antere posteriori. Queste non sono come le due anteriori congiunte fra loro, sicchè in seguito alla pressione esercitata dallo stilo si separano, e lo stimma si caccia tra le fenditure ripiene di polline. Così, mentre nel primo stadio fiorale lo stimma può ricevere soltanto il polline d'un altro fiore e nel secondo stadio il proprio polline è fornito per l'incrociamento, nel terzo stadio — qualora nei due precedenti non avvenga xenogamia — ha luogo l'autogamia.

E. tricuspidata L. ed *E. versicolor* Kerner si riferiscono ad *E. Rostkoriana* riguardo al modo d'impollinazione (Kerner, *Ueb. die Best. d. Euph.*; loc. cit.).

All'inizio dell'antesi la corolla è lunga 9-11 mm., alla fine 11-14 mm. (Béguinot, loc. cit.).

Gen. **Bartsia** L. [= Bartschia L. (1740)].

B. alpina L. I fiori di color purpureo-violetto-scuro sono proterogini. Lo stilo con lo stimma quasi sviluppato sporge già lungamente dal fiore allo stato di boccio, e quando questo comincia ad aprirsi, lo stimma è sessualmente maturo, prima ancora che le antere abbiano effettuata la loro deiscenza. In quanto alla corolla il fiore si avvicina a *Melampyrum pratense*, ed in quanto alla reciproca posizione delle antere e dello stimma si accosta ai fiori di *Rhinanthus major*.

Il nettare, secreto in gran quantità dalla base carnosa dell'ovario riempie la porzione inferiore del tubo della corolla. Questa è lunga circa 18 mm., ma nella parte anteriore si allarga e permette ai bombi di introdurvisi comodamente con la testa e, con qualche fatica, anche con la parte anteriore del torace, cosicchè essi, avendo una tromba lunga solo 10 mm., sono in condizione di succiare il nettare. Ma nel medesimo tempo la porta d'ingresso del fiore è resa così stretta dai rialzamenti del labbro superiore ed anche dai peli di cui sono provviste le antere, che gl'insetti più piccoli, i quali sfrutterebbero il nettare senza giovare all'incrociamento, ne rimangono esclusi, eccezion fatta naturalmente per le formiche, *Meligethes*, *Anthobium* e *Thrips*.

Un bombo, il quale introduce la sua tromba nello stretto ingresso del fiore, non può mancare di urtare con essa le punte di cui — come in *Rhinanthus* — sono fornite le antere strettamente combacianti fra loro. Questo urto è sufficiente a far cadere un po' di polline su la tromba dell'insetto. Ma se l'insetto riesce ad introdurre tutto il capo nella parte allargata del tubo fiorale, allora maggior quantità di polline gli cade sul capo stesso e l'incrociamento, con la visita successiva ad altri fiori, è assicurato, giacchè una parte di quel polline è depositata su lo stimma.

La possibilità dell'autoimpollinazione spontanea è, nella stessa guisa che in *Rhinanthus major*, esclusa: del resto la visita dei bombi è sufficientemente frequente da rendere superfluo questo mezzo. (Müller, *Alpenbl.* p. 283).

Müller (loc. cit. p. 284) riporta come visitatori dei fiori *Bombus alticola*, *B. lapponicus*, *B. mendax*.

Anche Ricca (1) trovò i fiori proterogini.

Warming (2) nella Finmarchia e in Groenlandia accanto ad esemplari, i cui fiori rassomigliavano a quelli alpini descritti da Müller, ne trovò pure altri che differivano nella lunghezza dello stilo. Talvolta questo non sporge dalla corolla e lo stimma si trova su le antere, cosicchè l'autoimpollinazione dev'essere inevitabile.

Così pure in Norvegia il prof. Nyhuus (cit. da Warming, loc. cit.) trovò sul Dalfjäld (fra 1500-2500 piedi) fra più centinaia di piante esaminate, soltanto la forma brevistile (autogama), mentre in località più basse e più ricche d'insetti è frequentissima invece la forma longistile (allogama).

Lindman (3) nella penisola scandinava trovò solo la forma longistile. Egli ha pure notato (4) che spesso le antere invece di essere rinchiuse sotto il labbro superiore della corolla, ne sono completamente fuori, e poichè il polline è molto asciutto, la pianta potrebbe quasi riguardarsi come anemofila.

Schulz (loc. cit. Heft 10, p. 74) osservando nei Riesengebirge, trovò una forma fiorale che si scosta alquanto da quella alpina di

(1) *Atti*, XIV, fasc. IV, p. 260.

(2) *Om Bygningen og den formodede Bestövningsmaade af nogle grønlandske Blomster;* Kjöbenhavn, 1886, pp. 7-10. *Cfr.* pure Loew: *Die Veränderlichkeit der Beständ.-einr. bei Pflanzen derselben Art*; Humboldt, VIII, Mai 1889.

(3) *Bidrag till Kännedomen om Skandinaviska Fjellväxternas Blomming och Befruktning;* Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band. 12. Afd. III n. 6, 1887.

(4) *Blühen und Bestäubungseinr. im Skandinavischen Hochgebirge*, Bot. Centralbl. XXX, 1887.

Müller, e nella quale in molti casi è possibile l'autoimpollinazione spontanea. La corolla, che all'aprirsi del fiore è lunga circa 12-16 mm., subisce durante la fioritura un allungamento, in modo da raggiungere i 17-20 mm. In corrispondenza di questo allungamento della corolla, il pistillo si allunga soltanto di poco, cosicchè esso è gradatamente ritirato tutto nella corolla, e nella massima parte dei casi la capocchia stimmatica viene a giacere su le antere, fra i peli delle quali rimane sempre aderente un po' di polline.

Più tardi lo Schulz (loc. cit. Heft 17, p. 118) trovò che pure nelle Alpi *Bartsia alpina* si lascia più o meno nettamente distinguere in due forme. Una di queste corrisponde completamente a quella da lui descritta per i Riesengebirge, in cui l'autoimpollinazione è possibile. Ma accanto a questa forma egli ne trovò un'altra in cui lo stilo, molto più lungo che nella prima forma, subisce un allungamento quasi nella stessa misura di quello che subisce la corolla, cosicchè alla fine della fioritura lo stilo si trova molto sporgente dalla corolla, come vi si trova anche al principio della fioritura. In tali fiori è impossibile l'autoimpollinazione.

Secondo lui la prima di queste forme corrisponde in generale alle forme di *Euphrasia Odontites* e di *E. officinalis* in cui verso la fine della fioritura è possibile l'autoimpollinazione; la seconda corrisponde soltanto alle due forme di queste specie in cui è possibile l'impollinazione con l'intervento degl'insetti. Müller, nelle Alpi, trovò soltanto la seconda forma adattata all'impollinazione mediante gl'insetti, e non ha notato alcun ingrandimento della corolla durante la fioritura. Senza dubbio — egli soggiunge — questa seconda forma deve trovarsi anche nei Riesengebirge, dove riscontrò soltanto la prima.

Un anello ipogino secerne nettare abbondante nelle due forme, ed i fiori, malgrado il loro colore scuro, la mancanza di odore e la poca appariscenza, sono visitati da bombi — osservati pure da Müller, da Lindman e da Mac Leod nei Pirenei. In principio della fioritura, quando la corolla è ancora corta, possono raggiungerne il nettare anche bombi a breve tromba, ma quando la corolla si è allungata, ciò è possibile soltanto a quelli a lunga tromba.

I fiori vengono pure frequentemente da *Bombus mastrucatus*, e più raramente da *Bombus terrestris*, frodati del loro nettare mediante fori che essi vi producono al lato superiore della corolla, al disopra del margine del calice.

Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 126) il fiore di *Bartsia* è in principio disposto per l'incrociamento; più tardi, quando è cessata la secrezione del nettare, è possibile una impollinazione anemofila. Con

l'appassire dello stilo e delle antere, il polline che non fu preso dagl'insetti, è espulso dalle logge delle antere e trasportato dal vento in forma di piccole nuvolette su gli stimmi dei fiori più giovani.

B. Trixago L. (= *Trixago apula* Stev.). Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 266) le antere di questa specie possiedono un'appendice lesiniforme che è inevitabilmente urtata e respinta da un lato dagl'insetti, che penetrano nella fauce dei fiori.

Per effetto di tale urto, le conche pollinifere si aprono ed il polline si sparge sul capo e sul dorso dell'insetto visitatore.

Gen. **Odontites** Haller.

O. serotina Dum. (= *Euphrasia Odontites* L, = *O. rubra* Pers.) fu estesamente descritta da Müller (*Befr.* p. 289).

La corolla porporina o più di rado (f. *albiflora* Goir.) bianca (*Weit. Beob.* III, p. 35) presenta due o quattro macchie alla base del labbro inferiore, che servono da nettarindice.

La base dell'ovario — peloso in alto — secerne il nettare che si raccoglie nel fondo del tubo, ed è in qualche modo protetto contro la pioggia dai larghi filamenti staminali che quasi chiudono l'ingresso del fiore.

Il labbro superiore della corolla è diritto, non piegato in su come nelle *Euphrasia* precedentemente trattate; il labbro inferiore, trilobo, è proteso in avanti, formando un comodo posatoio.

I filamenti staminali che nella loro porzione inferiore sono quasi a contatto e forniti di prominenze acute nelle loro facce interne, sono invece lisci sotto le antere e lontani fra loro, cosicchè ad un'ape non resta altra via che questa per introdurre la sua tromba, con la quale urta inevitabilmente l'appendice — diretta obliquamente in basso — di ciascuna antera. Poichè tutte le 4 antere sono posteriormente collegate fra loro da peli intrecciantisi, è sufficiente l'urto contro l'appendice di un'antera sola, perchè il polline esca fuori da tutte. I peli, diretti in basso, che guarniscono i margini delle antere impediscono una dispersione laterale del polline, cosicchè la maggior parte di questo cade su la tromba dell'ape, che visita il fiore (Müller, loc. cit., Kirchner, *Flora* ecc., p. 601).

Müller trovò sempre i fiori proterogini e con lo stimma sporgente dal fiore già quando questo è in boccio, prossimo ad aprirsi. Egli distingue due forme. Una — delle località ombrose, in cui alla visita dei fiori partecipa una più scarsa quantità d'insetti — in cui la corolla subisce un allungamento, mentre lo stilo rimane invariato, cosicchè lo stimma, giacente fra le antere degli stami più lunghi, viene fecondato per autoimpollinazione; l'altra — delle località so-

leggiate, dove i fiori sono più frequentemente visitati — in cui lo stilo cresce nell'eguale rapporto della corolla, cosicchè lo stimma si trova sempre lontano dalle antere e viene fecondato soltanto per eteroimpollinazione.

Quantunque, secondo le osservazioni di Müller, la presenza di queste due forme dipenda dalla maggiore o minore quantità di luce delle località e dalle visite più o meno frequenti degl'insetti, egli stesso trovò eccezioni a questa regola, anzi trovò persino le due forme di fiori sopra un solo individuo (1).

Come visitatori egli riporta *Apis mellifica*, *Bombus lapidarius*, *B. silvarum*.

Mac Leod (loc. cit. p. 200) cita *Apis mellifica*, *B. cognatus*, *B. arenicola*, *B. lapidarius*, *B. terrestris*, *Rhingia campestris*: e de Vries (*Bestuivingen van Bl.* ecc.) *B. subterraneus*.

Secondo Kerner (*Ueb. d. Best. der Euphrasien*) i fiori, proterogini, attraversano tre stadi. Nel primo è possibile soltanto l'eteroimpollinazione mediante gl'insetti, giacchè lo stimma sporge fuori del fiore, quando le antere sono ancora chiuse. Nel secondo stadio per l'aumento in lunghezza della corolla, lo stimma si trova collocato su le antere superiori e — come in *E. Rostkoviana* — il fiore può soltanto cedere polline, per l'incrociamento, agl'insetti, essendo esclusa l'autogamia.

Nel terzo stadio, per un ulteriore accrescimento della corolla, lo stimma viene a trovarsi su le antere posteriori, le quali non essendo collegate da peli come le due anteriori, si dividono ed accolgono in mezzo lo stimma; l'autoimpollinazione è inevitabile. A motivo del rilassarsi della corolla nel terzo stadio, e per la insufficienza del labbro superiore, le antere con le loro fenditure aperte si trovano fuori di esse ed emettono all'aria il polline farinoso ancora presente. Può avvenire quindi, mediante il vento, una impollinazione dei fiori che si trovano più in alto nell'infiorescenza e nel primo stadio del loro sviluppo. Nelle disposizioni fiorali è analoga a *Bartschia*.

Le osservazioni di Schulz (loc. cit. 17, p. 119) non si discostano gran che da quelle di Müller, però egli non due, ma cinque forme distingue, considerevolmente diverse fra loro per la posizione che antere e stimma prendono reciprocamente durante la fioritura, ma legate da forme intermedie. Molte volte sullo stesso individuo si trovano riuniti fiori di parecchie forme.

(1) Willis (*l. c.*) non divide questa opinione del Müller. Quantunque ci possa esser qualcosa di vero in quanto Müller espone, Willis osserva che non si tratta però di adattamento, poichè le due forme sono quasi egualmente comuni nell'una o nell'altra stazione, con tutte le possibili condizioni intermedie. Sembra piuttosto che si tratti d'un caso di variabilità individuale.

O. lutea Rchb. (=*Euph. lutea* L.) è analoga nelle disposizioni fiorali a *Tozzia*, secondo Kerner. Il nettario si presenta in forma d'un solco longitudinale alla base dell'ovario. La porzione inferiore del tubo ed il solco sono ripieni di nettare. Lo stilo possiede uno stimma lucente e viscoso, atto a trattenere il polline soffiato dal vento.

I filamenti sono fortemente piegati; le antere sono separate, cioè non sono — come in *E. Rostkoviana* ed in altre — collegate insieme fra loro, ed ogni loggia è fornita d'una punta rivolta in basso.

I fiori sono proterogini. Nel primo stadio fiorale lo stimma è collocato avanti all'ingresso del fiore, cosicchè è facilmente toccato dagli insetti visitatori. Le antere sono ancore chiuse: l'autogamia è esclusa.

Nel secondo stadio il fiore offre polline agl'insetti per l'incrociamento, nè può riceverne da questi per essere lo stimma, in conseguenza della curvatura subìta dallo stilo, molto in basso, sotto l'apertura del fiore. Le antere con le loro punte rivolte in avanti e le fenditure in basso sono nella posizione più facile per essere urtate da gl'insetti.

Nel terzo stadio i filamenti si curvano in basso. Alla leggiera scossa del vento il polline cade dalle antere e molto frequentemente perviene su lo stimma che ora si trova su la linea di caduta del polline (Kerner, *Ueb. d. Best. der Euphrasien*, loc. cit.).

Hildebrand (Bot. Z. 1870, p. 652) riporta pure i fiori di *E. lutea* come proterogini, ma Müller (*Befr.* p. 293) riferisce che lo stimma si sviluppa contemporaneamente alle antere, venendosi a collocare sotto e davanti ad esse, cosicchè l'eteroimpollinazione mediante gl'insetti è facilitata, e mancando le visite di questi, ha luogo l'autoimpollinazione cadendo il polline da sè su lo stimma.

Come pronubo cita *Bombus muscorum* osservato una volta sola.

Gen. **Rhinanthus** L.

R. alpinus (= *Alectorolophus alpinus* Walpers.) è specie molto interessante, poichè mentre le rinantacee affini sono adattate alla visita dei bombi, questa, secondo Müller (*Alpenbl.*, p. 285), è adattata ai lepidotteri.

In quanto alla foggia del fiore concorda affatto con *R. crista galli* (*Befr.* p. 294).

In *R. crista galli* il labbro superiore foggiato ad elmo e che racchiude le antere, è aperto anteriormente per tutta la sua lunghezza. Immediatamente dietro la parte inferiore di questa fenditura longitudinale sono situati due rigidi filamenti staminali (armati di punte nelle loro facce interne), così vicini l'uno all'altro che impediscono l'ingresso alla tromba di un bombo. La tromba può soltanto

essere introdotta in quella parte della fenditura longitudinale che — lunga circa 2 mm. — si trova immediatamente sotto le antere. Introducendo la tromba, il bombo si caccia fra le estremità superiori dei filamenti, li allontana alquanto determinando l'apertura del serbatoio del polline, formato dal collegamento delle antere di destra e di sinistra. Il polline cadendo sul bombo, viene in parte deposto poscia su lo stimma sovrastante le antere nei fiori successivamente visitati.

Ma in *Rh. alpinus* invece la fenditura longitudinale del labbro superiore è chiusa mediante il combaciamento dei suoi margini per quasi tutta la sua lunghezza: solo nella porzione inferiore rimane una piccola apertura, resa però inaccessibile, poichè immediatamente dietro ad essa si trovano i due filamenti degli stami anteriori, molto vicini fra loro, ed armati di punte nelle loro facce interne. Presso l'estremità del prolungamento rostriforme con cui termina in alto il labbro superiore, ad elmo, si trova una seconda piccola apertura che rappresenta l'unico accesso per gl'insetti cercatori di nettare, e si dà a riconoscere come tale anche per la presenza d'uno spiccato nettarindice e per la sua speciale conformazione. Questa piccola apertura è limitata a destra e a sinistra da due piccoli lobi arrotondati, i quali, divergendo in fuori, facilitano ad un insetto l'introduzione della propria tromba nell'apertura stessa. Il nettarindice è rappresentato dalla colorazione violetta di questi lobi e da strie, del medesimo colore, nel rostro, che convergono verso la detta apertura. Poichè questa è lunga 1 mm. e larga $^1/_2$ mm., così essa può permettere l'accesso soltanto alle sottili trombe delle farfalle.

Sarebbe troppo lungo riportare qui tutte le osservazioni in proposito di Müller, il quale ebbe infatti a constatare che le farfalle introducevano la loro tromba nella suddetta apertura.

Müller cercando di imitare mediante una setola il supposto movimento della tromba d'un lepidottero nell'interno d'un fiore di *Rh. alpinus*, è venuto nella conclusione che le farfalle, le quali ne visitano i fiori per succiarne il nettare, contribuiscono alla fecondazione dei fiori più giovani col polline dei fiori più vecchi.

La possibilità dell'autoimpollinazione spontanea è esclusa, poichè se nei fiori più giovani (quando le antere sono ancora chiuse) lo stilo sporge dal rostro in modo che lo stimma si trova proprio innanzi all'apertura d'ingresso, esso subisce nei fiori più vecchi una forte curvatura, per cui lo stimma — quantunque ritirato indietro nel rostro — non viene a contatto col polline del proprio fiore. Ma quantunque l'architettura dei fiori di *Rh. alpinus* non lasci alcun dubbio che la specie si sia adattata alla fecondazione mediante l'intervento

delle farfalle, pure Müller stesso ebbe ad osservare che i fiori ne erano visitati in maggior numero dai bombi. Ma ciò, secondo lui, non è in contraddizione con l'ipotesi dell'adattamento dei fiori di *Rh. alpinus* ai lepidotteri, poichè se i bombi, raccogliendo il polline o succiando il nettare, effettuano casualmente l'incrociamento — ciò che è possibilissimo: — tuttavia, la chiusura della porta d'accesso speciale per essi, la maniera incomoda e violenta (mediante fori) con la quale sfruttano i fiori, dimostrano, non meno che le particolarità comprensibili soltanto come adattamenti alle farfalle (il rostro del labbro superiore, la piccola apertura rotonda all'estremità di esso, i piccoli lobi limitanti questa piccola apertura, la colorazione violetta dei lobi e del rostro, la curvatura dello stilo che ha luogo nei fiori più vecchi, il ritiro dello stimma) che i fiori di *Rh. alpinus* sono lepidotterofili e non adatti ai bombi.

Nè il fatto, che un fiore lepidotterofilo in località ricche di bombi venga più frequentemente da questi depredato che normalmente visitato dalle farfalle, si presenta enimmatico. Ma è però enimmatico in qual modo abbia potuto manifestarsi l'adattamento dei fiori di *Rh. alpinus* alle farfalle. Poichè, se si rivolge uno sguardo a tutta la parentela di *Rhinanthus*, che consiste di fiori schiettamente adattati alle api ed ai bombi (*Melampyrum*, *Bartsia*, *Pedicularis*, ecc.) può appena rimanere un dubbio l'ammettere che anche nel genere *Rhinanthus* ci fu in origine l'adattamento ai bombi ed alle api e che in seguito una specie bombofila si sia trasformata nel lepidotterofilo *Rh. alpinus*, mentre è impossibile ammettere che le specie bombofile di *Rhinanthus* sieno prodotti posteriori di trasformazione di una forma originaria lepidotterofila. Ora non si può pensare che la conversione in lepidotterofila della primitiva forma bombofila di *Rh. alpinus* possa essere avvenuta in una località in cui, alla visita dei fiori, i bombi partecipavano in numero maggiore delle farfalle. Perciò è possibile comprendere questo fatto, soltanto se si tien calcolo che i progenitori bombofili di *Rh. alpinus* si sieno inoltrati in località in cui essi venivano prevalentemente visitati da farfalle e vi si trasformavano in lepidotterofili, e che poscia il lepidotterofilo *Rh. alpinus* abbia allargato la sua area di diffusione estendendosi in località ricche di bombi, oppure la località originaria di *Rh. alpinus* in cui predominavano le farfalle, sia poi diventata in parte ricca di bombi.

Tra i bombi osservati Müller (loc. c., p. 289) cita: *Bombus alticola*, *B. hypnorum*, *B. lapidarius*, *B. mastrucatus*, *B. mendax*, *B. mesomelas*, *B. pratorum*, *B. Proteus*, *B. Rajellus*, *B. terrestris;* tra i lepidotteri: 2 *Argynnis*, 2 *Lycaena*, *Botys* sp. (?) e *Cidaria albulata*.

Rh. Alectorolophus L. (= *Alect. hirsutus* All.) Se l'opinione emessa a riguardo dell'origine dei fiori lepidotterofili di *Rh. alpinus* è giusta, è evidente che l'accesso per la tromba dei bombi nei suoi progenitori bombofili non poteva chiudersi prima che essi avessero acquistato, accanto al primo, un altro accesso per la tromba dei lepidotteri e tutte quelle modificazioni che assicurano un incrociamento mediante l'intervento delle farfalle. Deve perciò essere esistita fra *Rh. alpinus* ed i suoi progenitori bombofili una forma intermedia, la quale presentava un accesso speciale per i bombi ed un accesso speciale per le farfalle e veniva incrociata in un modo particolare per opera dei bombi ed in un modo particolare dalle farfalle.

Rh. Alectorolophus presenta effettivamente quanto viene supposto per questa forma intermedia. Per la piccola apertura che si trova in vicinanza del rostro, è fornita dello stesso nettarindice che in *Rh. alpinus*, le farfalle introducono la loro tromba ed effettuano l'incrociamento in modo affatto identico che nell'*alpinus*: mentre per l'apertura più grande è situata più in basso i bombi introducono il loro succiatoio ed effettuano l'incrociamento in guisa affatto identica che in *Rh. crista galli* (*Befr.*, p. 294). L'osservazione delle visite che effettivamente hanno luogo nei fiori di *Rh. Alectorolophus* ha confermato la doppia cerchia d'insetti visitatori ed il doppio modo d'incrociamento che si verifica: perciò i fiori di questa specie sono nel medesimo tempo adattati ai bombi ed alle farfalle (Müller, *Alpenbl.*, p. 289-291).

Tra i bombi osservati Müller cita: *B. alticola*, *mastrucatus* (che raggiunge il nettare mediante un foro), *mendax*, *mesomelas*, *pratorum*, *terrestris*; tra i lepidotteri: *Colias Phicomone*, *Pieris napi*.

Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 358, sub *Rh. irsutus*) al principio della fioritura lo stimma sorpassa d'un buon tratto le antere, cosicchè mediante le visite degl'insetti è possibile l'eteroimpollinazione e l'incrociamento. Ma se le visite degl'insetti mancano, il tubo della corolla si allunga, di modo che gli stami con esso saldati vengono spinti avanti, mentre lo stimma rimane nella posizione primitiva. Per tal modo esso viene a trovarsi accanto alle antere dalle quali si prende ordinariamente il polline caduto fuori dal serbatoio pollinifero e rimasto aderente ai peli delle antere ed alle pieghe della corolla.

La stessa disposizione si osserva in *Rh. angustifolius* Gmel. (loc. cit. ibid.), in cui secondo Schulz (loc. cit. 17, p. 218) *Bombus terrester* s'impadronisce del nettare mediante un foro.

R. major Ehrh. (= *Alectorolophus major* Rchb.: = *R. crista galli* var. b. L.) ha corolla gialla, il cui tubo lungo 9-10 mm. raccoglie

il nettare secreto da una escrescenza della base dell'ovario, rivolta in avanti e in basso. Il nettare perciò non è accessibile ai bombi a corta tromba, i quali se ne impadroniscono mediante fori.

Il labbro superiore della corolla è a forma di elmo, lateralmente compresso, coi denti generalmente violetti; al principio della fioritura lascia aperta una piccola fenditura per l'introduzione della tromba degl'insetti visitatori. Nell'elmo è contenuto l'apparecchio di spargimento del polline formato dalle antere. Ciascuna antera aderisce con i suoi margini contro l'antera corrispondente dell'altro lato, ed è a deiscenza introrsa, cosicchè ogni paio di antere forma un unico serbatoio di polline; questo serbatoio è reso ancor più completamente chiuso mediante i peli che guarniscono i margini delle antere e fra loro intrecciati. I filamenti degli stami sono rigidi; nella loro porzione inferiore sono fra loro avvicinati e forniti di punte nelle facce interne, mentre in alto sono lisci ed abbastanza fra loro lontani per permettere ad un insetto di introdurre la tromba nell'interstizio. E qualora un insetto cacci la sua tromba in questo spazio, esso preme contro i filamenti, la metà destra e sinistra del serbatoio pollinifero vengono allontanate ed il polline polverulento cade su la tromba.

Lo stilo è adiacente contro la parete del labbro superiore e sopra le antere, lo stimma si trova davanti alle antere all'ingresso del fiore ed è sempre toccato prima dai bombi. A poco a poco lo stilo si piega sempre più fuori del fiore, sicchè l'autoimpollinazione spontanea non può aver luogo (Kirchner, *Flora* ecc., p. 599).

R. minor Ehrh. (= *Alect. minor* W. Gr.; = *Rh. crista galli* var. a. L.) ha fiori più piccoli e meno appariscenti della specie precedente. La corolla è gialla, i denti del labbro superiore biancastri o violacei, il tubo profondo 7-8 mm. Secrezione nettarea come nella specie precedente; il nettare è accessibile ai bombi a corta tromba. L'ingresso del fiore è rappresentato da una fenditura lunga 6-7 mm. che viene ridotta fino a 4 mm. dalla base del labbro inferiore. Gli stami si trovano dietro la fenditura; un'ape non può introdurre la sua tromba che sotto le antere. Lo stilo è piegato in basso, e lo stimma viene toccato dall'ape prima delle antere. Lo spargimento del polline avviene come nella specie precedente.

Ma se manca la visita degl'insetti l'autofecondazione ha luogo inevitabilmente, poichè durante la fioritura l'ingresso fiorale si allarga, mentre il labbro inferiore si piega in basso ed i margini laterali del labbro superiore si distendono ancora di più. Nello stesso tempo lo stilo diventa più lungo e si curva in basso e in dentro, cosicchè lo stimma viene a trovarsi sotto o — frequentemente — per-

sino fra le antere che con l'appassire si distaccano l'una dall'altra (*Kirchner*, loc. cit. p. 600).

Müller (*Befr.* p. 294-296) considera *R. major* e *minor* come due forme di *R. crista-galli* L.; la prima delle quali, a fiori appariscenti, non si autofeconda mai; mentre nella seconda, a fiori meno appariscenti, l'autofecondazione avviene regolarmente. Secondo lui, Delpino il quale ha descritto estesamente il meccanismo fiorale di *R. crista-galli*, non ha considerato che la sola forma più appariscente, poichè qualifica come un « parto della immaginazione » (*Ult. Oss.* p. 130-133) la descrizione abbastanza esatta che Vaucher (Hist. physiol. des pl. d'Europe, 1841, III, p. 539) dà del processo di autoimpollinazione.

Schulz (loc. cit. pag. 218) osservò spesso i fiori di *R. major* e *minor* venire forati da *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. pratorum*, *B. rajellus* al disopra del calice. Tutte queste specie succiano pure normalmente il nettare in *R. minor*; in *R. major* soltanto *B. lapidarius*. Dei fori approfittano poi per succhiare parecchie api minori.

Müller osservò *B. terrestris* e *B. pratorum* praticar fori soltanto in *R. major*, mentre essi succiavano normalmente i fiori di *R. minor*.

Gen. **Pedicularis** L.

P. silvatica L. è stata già descritta da Sprengel (*Das entd. Geh.* pag. 317), da Hildebrand (1), da Ogle (2) e da Lubbock (3), ma la descrizione più completa è quella data da Müller (*Befr.* p. 299), riportata pure da Mac Leod (4) e da Kirchner (*Flora von Stuttgart*, p. 596).

Come in *Melampyrum* e *Rhinanthus* le antere contrapposte a due a due, si aprono all'interno e le facce per le quali deiscono sono intimamente applicate l'una contro l'altra, di guisa che in condizione normale nessun granello di polline può sfuggirne: le quattro antere così riunite formano un unico serbatoio del polline di forma quadrangolare, nascosto sotto il labbro superiore della corolla, foggiato ad elmo.

Il nettare, secreto dalla base verde e carnosa dell'ovario, si raccoglie nel fondo del tubo lungo 10-14 mm., lateralmente compresso

(1) *Ueber die Vorrichtungen an einig. Blüt. zur Befr. durch Insektenhülfe* Bot. Zeit. 1866, p. 73.

(2) Pop. Science Review, Jan. 1870, p. 45.

(3) *British wild flowers*, 1903, p. 149.

(4) *Over de Bevruchting* ecc. p. 205.

e così stretto che un bombo può introdurvi soltanto la porzione anteriore della testa.

Dal labbro superiore, foggiato ad elmo, sporge lo stilo, lievemente inclinato in basso.

Il labbro inferiore, trilobo, è inclinato obliquamente in modo che il lobo di destra è di 2-8 mm. più alto del lobo di sinistra: esso serve da posatoio per gl'insetti.

Visto anteriormente, l'ingresso del tubo corollino si presenta come una fenditura, lunga 8-10 mm., divisa in due porzioni, di cui la superiore (4 mm.) è molto più larga dell'inferiore (1-2 mm). A sua volta, la porzione superiore è divisa in due regioni mediante due appendici dentiformi che provengono dal vertice dell'elmo e si incontrano quasi su la linea mediana. Dalla porzione superiore sporge lo stilo, mentre l'inferiore permette l'accesso alla testa d'un bombo. Per tutto il resto della loro estensione, cioè alla parte inferiore, i margini della fenditura sono arrotolati in fuori e muniti di piccole punte prominenti.

A completare questa descrizione — difficile a ben comprendere senza un esame attento d'una figura o d'un esemplare fresco — è da aggiungere che ai due lati del labbro superiore si notano due prominenze o costole, che cominciano verso la parte larga della fenditura e finiscono quasi all'altezza della base del labbro inferiore.

Dopo aver minuziosamente descritto i più piccoli particolari di una disposizione fiorale così complicata, Müller ne spiega il funzionamento con una sagacia meravigliosa, dopo osservazioni dirette.

Il bombo che viene alla ricerca del nettare in questo fiore, non introduce la sua tromba nella parte inferiore della fenditura, le cui punte aguzze gliene impediscono l'accesso, ma la caccia invece nella parte superiore che è larga ed a margini lisci. Per tal modo, la testa dell'insetto urterà dapprima contro lo stimma che rimarrà impollinato se, come è probabilissimo, l'insetto ha già visitato altri fiori. In conseguenza della posizione inclinata del labbro inferiore della corolla, l'insetto è obbligato a posarvisi obliquamente.

Così aggrappato, il bombo, sforzandosi a raggiungere il nettare, urta con la testa contro le due *costole* del labbro superiore; come risultato di tale movimento, le due pareti laterali del labbro superiore s' allontanano l' una dall' altra, trascinando naturalmente in questo movimento di separazione le due appendici dentiformi. Ora queste appendici servivano a mantenere fissi gli stami sotto l' elmo in uno stato di tensione considerevole; separandosi, le antere divergono dal basso, a motivo della elastica tensione dei loro filamenti incurvati, mentre rimangono riunite in alto. Le antere,

messe in libertà, si abbattono l'una dopo l'altra sul capo dell'insetto e vi depongono una certa quantità di polline, che mediante fascetti di peli, disposti su la faccia esterna delle antere, non può cadere nè a destra nè a sinistra.

Quando il bombo abbandona il fiore, tutta l'apertura fiorale riprende la sua forma primitiva.

Il fiore di *P. silvatica* è eccellentemente adattato a tutte le specie nostrane di *Bombus* e di *Anthophora*, escluso *B. terrestris* e piccole operaie di alcune altre specie. A motivo della considerevole lunghezza del tubo esso esclude la visita di tutte le api più piccole che, se il tubo fosse più corto, potrebbero sfruttarne il nettare senza venire a contatto dello stimma: parimenti, a motivo della posizione degli stami entro l'elmo del labbro superiore, esso impedisce ai ditteri e ad altri insetti di saccheggiare il polline: è assoggettato però ad essere forato dai bombi a corta tromba. Questo foro è però di poco o nessuno svantaggio, giacchè i bombi che succiano normalmente visitano anche i fiori derubati fraudolentemente del loro nettare.

I fiori abbastanza appariscenti, porporini, ricchi di nettare sono riccamente visitati e fecondati per incrociamento, cosicchè la possibilità dell'autoimpollinazione è andata perduta.

Tra i *Bombus* che forano il tubo, Müller osservò *B. Scrimshiranus* ♀ e *B. terrestris*; Schulz (loc. cit. 17, p. 218) oltre *B. terrestris* cita pure *B. lapidarius*, che più raramente fora i fiori di *P. silvatica*.

P. palustris L. è analoga nelle disposizioni per l'impollinazione alla specie precedente, ma i suoi fiori sono quasi in posizione orizzontale ed il tubo è così corto che l'accesso al nettare è possibile alla maggior parte dei bombi, ai quali basta introdurre nel fiore la proboscide e la parte anteriore del capo.

Si notano però le seguenti variazioni nel meccanismo dell' impollinazione: la larghezza della fenditura della corolla, anche sopra la regione delle punte aguzze che guarniscono i margini della sua porzione inferiore, è appena di 1 2 mm., cosicchè essa viene considerevolmente accresciuta mediante l'introduzione della tromba o del capo d' un bombo; i margini del labbro superiore, sopra il punto in cui si riuniscono le costole esterne ed il margine revoluto, sono pure inspessiti da una costola, col qual mezzo è provocata — con la spinta d'un bombo — l'aprirsi della fenditura fino alla sua estremità, e la fuoruscita del polline. In conseguenza della posizione quasi orizzontale dei fiori, il bombo, quantunque introduca la sua proboscide più in basso, rasenta lo stimma sporgente, ed il versamento del polline ha luogo così direttamente sul suo capo, che le

disposizioni contro una dispersione laterale del polline non sono necessarie ed infatti mancano. Le antere sono prive dei fascetti pelosi — di cui sono fornite in *P. silvatica* — e solo gli stami più lunghi sono molto scarsamente rivestiti di peli.

Anche nel colore porporino dei fiori — visitati da bombi (*B. pratorum*, Müller) — questa specie concorda con la precedente (Müller, *Alpenbl.* p. 291; Kirchner, *Flora* ecc. p. 598; Mac Leod, *Ov. de Bevrach* p. 207).

Schulz (loc. cit. 17, p. 218) osservò una sola volta *Bombus terrestris* intento a forare numerosi fiori di *P. palustris*, ed anche Heinsius, (1) osservando nelle torbiere presso Graveland, riporta di aver notato molti fiori di questa specie i quali presentavano un foro nel calice. Egli osservò *Bombus agrorum* visitare normalmente i fiori, e *B. Scrimshiranus* — quantunque col suo succiatoio lungo 9 mm. sia in condizione di raggiungere il nettare in modo normale — introdurre invece la tromba nel foro, che per altro non può con sicurezza attribuire ad esso.

Anche Lindman (*Bidrag* ecc.) osservò sul Dovrefjeld un bombo.

P. comosa L. presenta nei fiori una conformazione analoga a quelli di *P. silvatica*; il labbro superiore, cioè, si contorce verso sinistra e qualche volta anche l'inferiore.

I fiori, giallastri nelle nostre montagne od assai raramente rosei, si presentano rossi nei Pirenei, mentre nella Spagna e nell'Alvernia si presentano ancora giallastri. È questo un fenomeno particolare alla specie e che non si riscontra nelle altre [*Crugnola* (2)].

L'autogamia secondo Kerner (*Vita delle piante*, II, p. 368) vi avviene per un processo analogo a quello che si avvera in *P. recutita*, *foliosa* e *Oederi* (v. *in seguito*).

P. recutita L. non presenta i margini del labbro superiore revoluti come *P. silvatica* e *palustris*, ma essi però sono per una discreta larghezza inspessiti e muniti di punte.

Un bombo, posato sul labbro inferiore, trilobo, simmetrico e saldato solo per breve tratto con la sua base al labbro superiore, evitando le punte che guarniscono i margini della fenditura verticale formata dal labbro superiore, introduce la sua tromba in una piccola doccia del labbro inferiore, che conduce fino al nettare.

(1) *Eenige Waarnemingen en Beschouwingen over de Bestuiving van Bloemen* etc. Botanisch Jaarboek, IV, 1892, p. 109.

(2) *Le Pedicolari del Gran Sasso d'Italia*: Teramo, G. Fabbri ed., 1891, p. 29.

Essendo il tubo fiorale, dal punto in cui se ne stacca il labbro inferiore, lungo appena 7 mm., il nettare è accessibile anche agli operai di *B. terrestris*, la cui tromba è lunga 8-9 mm.

Mentre il bombo introduce la sua tromba e la porzione anteriore del capo nella doccia del labbro inferiore, spinge indietro le costole che si trovano ai margini del labbro superiore. Queste che agiscono come leve, trasmettono il movimento a tutto il labbro superiore il quale viene abbassato, e lo stimma viene a contatto col dorso dell'insetto. Ma con l'abbassarsi del labbro superiore, le pareti laterali del cappuccio, che prima erano tese, si rigonfiano ai lati, le antere collegate in un unico serbatoio del polline si separano e lasciano cadere una parte del loro polline polverulento in direzione verticale sul dorso dell'insetto, poichè i peli degli stami più lunghi impediscono una dispersione laterale del polline.

È manifesto che volando da fiore a fiore, da ceppo a ceppo, l'insetto favorisca l'incrociamento (Müller, *Alpenbl.*, p. 293. Cfr. pure: Kerner: *Die Schutzm. d. Bl.*, ecc., 1879, p. 32; *Vita delle piante*, II, p. 267).

Alla fine della fioritura, secondo lo stesso Kerner (*Vita*, ecc., II, p. 368), il labbro superiore si piega in modo che lo stimma viene a trovarsi sotto le antere, in modo che una parte del polline cadente da queste, vi rimane attaccato e quindi è possibile l'autogamia.

P. verticillata L. presenta fiori di color porporino-violaceo e disposti per quattro, in verticilli alternanti con le foglie.

Il meccanismo per l'impollinazione è analogo a quello di *P. recutita*, ma i fiori della *P. verticillata* hanno una posizione quasi orizzontale o sono lievemente curvati in basso.

In conseguenza di tale posizione lo stimma si trova vicino alla doccia del labbro inferiore (attraverso la quale deve essere introdotto nel fiore il succiatoio d'un bombo), in modo che esso deve senz'altro venire a contatto col dorso d'un bombo che spinga nel fiore la sua tromba; quindi è soppressa qualunque torsione del labbro superiore in avanti e in basso, come non necessaria.

I margini del labbro superiore stretti fortemente nella loro metà superiore, lasciano aperta nella loro metà inferiore una fenditura, la quale è letteralmente armata di punte ed è molto piccola; quindi non può servire come ingresso al fiore. Immediatamente sotto questa fenditura ed in corrispondenza con la linea mediana del labbro inferiore, si trova una scanalatura la quale si estende verso il tubo fiorale e mena direttamente al nettare: mentre sotto di questa e sul lobo mediano — nella sua linea di mezzo — del labbro inferiore, se ne osserva un'altra più piccola, limitata lateralmente da una piega

e allargata in avanti. È appunto per questa porzione allargata che il bombo introduce la sua tromba, la quale seguendone il decorso giunge fino al nettare in fondo del fiore. E poichè le dette scanalature, maggiore e minore, non sono separate che dalle pieghe laterali, così un bombo — posato sul labbro inferiore — spingendole in fuori, trasforma le dette scanalature in una unica doccia, e dopo la tromba riesce ad introdurre nell'interno del fiore anche la porzione anteriore del suo capo.

Ma ciò facendo obbliga i margini del labbro superiore ad allargarsi e le antere — insieme collegate a paia — a separarsi. Quindi il polline cade direttamente sul dorso del bombo, poichè i peli di cui sono forniti i filamenti degli stami più lunghi ne impediscono la dispersione laterale. Il polline viene poi in parte eraso dal dorso dell'insetto, nelle visite successive di questo ad altri fiori.

Oltre che per la scanalatura minore, il bombo può anche introdurre la sua tromba direttamente per la scanalatura maggiore, raggiungendo lo stesso effetto — quello della separazione delle antere (Müller, *Alpenbl.* p. 295).

Crugnola (loc. cit. p. 24) riporta che lo stimma riceve il polline nell'interno dell'elmo dove si trovano le antere che non escono, e precisamente nel momento della sua cresciuta in cui passa davanti ad esse.

Questa fecondazione è favorita da alcuni *Bombus*, i quali nei loro sforzi per raggiungere il nettare, obbligano i margini dell'elmo ad allargarsi, e le antere che ne escono lasciano cadere il polline, il quale viene rattenuto dai peli di cui sono forniti gli stami.

Müller (loc. cit. p. 298) tra i visitatori dei fiori di *P. verticillata* elenca diversi imenotteri e lepidotteri e *Bombylius* (spec.?).

Gl'imenotteri sono tutti rappresentati da *Bombus*, dei quali *B. mastrucatus* succhia il nettare dopo aver prodotto un foro sul lato inferiore della corolla, presso il margine del calice.

Loew (*Bl. Fl.* p. 399) osservò nell'Heuthal *Bombus alticola*, e Mac Leod nei Pirenei (*De Pyreneeënbloemen*, p. 40) *B. pomorum* var. *elegans*, che succiava normalmente.

P. rostrata L., analogamente a *P. silvatica* ed alle due specie seguenti, presenta il labbro inferiore obliquo, torto da destra a sinistra. Questa obliquità costituisce un adattamento ai bombi, che mentre facilita ad essi il lavoro, assicura nel tempo stesso al fiore un maggior numero di visite; essa si spiega così: gl'insetti i quali posati sul labbro inferiore cercano di raggiungere il nettare, sono nell'impossibilità di introdurre il loro capo — più largo che alto — nell'ingresso fiorale troppo stretto, ma raggiungono tale scopo

piegandolo a destra verso il basso. In corrispondenza di ciò il labbro ha assunto per adattamento l'inclinazione suddetta ed all'insetto riesce facile introdurre il capo nell'ingresso del fiore.

Come in *P. silvatica*, anche in questa i margini liberi laterali alla fenditura del labbro superiore sono revoluti e muniti di costola, cosicchè l'insetto col suo capo si caccia nel fiore, provoca un allargamento delle pareti laterali del labbro superiore e che si estende fino alle antere, dalle quali perciò cade il polline sul capo dell'insetto (Müller, *Alpenbl.* p. 298).

Secondo Kerner (*Schutzm. d. Blüthen* ecc. p. 7; *Vita delle piante*, II, p. 367) a motivo della conformazione del labbro superiore, l'autoimpollinazione senza l'intervento degl'insetti è assicurata dal fatto che, nell'ultimo periodo della fioritura, il rostro del labbro superiore, piegandosi fortemente ad angolo, prende una posizione verticale. Il polline quindi cade su lo stimma che si trova davanti alla bocca del tubo. In seguito alla detta piegatura lo stimma è ritirato talvolta nell'interno del tubo, ed in tal caso l'autogamia avviene nell'interno del tubo stesso.

Müller (loc. cit. p. 300) osservò come pronubo di *P. rostrata* soltanto *Apis mellifica*: Ricca (Atti Soc. it. sc. nat. XIII, 3, p. 260-261) trovò visitati i fiori di *P. rostrata*, come pure quelli di *P. verticillata* e *tuberosa* da bombi ed apiarie.

P. asplenifolia Floerke. I fiori, protetti contro i piccoli insetti striscianti dalla fitta lanosità del calice — sono ancora più curvati di quelli della *P. rostrata*. Il labbro inferiore è così obliquamente inclinato da destra verso sinistra, da presentare una superficie quasi verticale; cosicchè i bombi possono spingersi nel fiore soltanto dal lato sinistro, tanto più che il labbro inferiore con la sua porzione eretta ne chiude in massima parte l'ingresso.

L'accesso, quindi, al nettare è impedito a molti insetti inutili, mentre i bombi possono facilmente abbassare la porzione eretta del labbro inferiore, ed allontanando le due pieghe che limitano la scanalatura della linea mediana, allargano l'ingresso del fiore in modo da spingervi entro il capo o almeno la parte anteriore.

Le antere sono sfornite di peli ai margini e ad ogni scossa lasciano sfuggire il polline: mancano pure i peli dei filamenti destinati ad impedire una dispersione laterale del polline cadente; essi per altro sarebbero qui superflui, poichè basta ad impedirla la posizione quasi verticale del labbro inferiore.

In corrispondenza della più accentuata obliquità del labbro inferiore, anche la lunga appendice a forma di rostro del labbro superiore offre una piegatura, verso sinistra, maggiore che in *P. rostrata*,

e mantiene lo stilo in tale posizione che lo stimma terminale debba venire rasentato dal capo dei bombi ed essere eteroimpollinato, se questi hanno precedentemente visitato altri fiori.

Su la possibilità dell'autoimpollinazione spontanea mancando le visite degl'insetti, vale quanto si è detto per *P. rostrata* (*Kerner*, p. 367).

Müller come visitatori riporta *Bombus terrestris*, *B. alticola* e *Plusia gamma* (*Alpenblumen*, p. 300, 301; *Die Insekten als unbewusste Blumenzüchter*, Kosmos, 1878, 6 Heft, p. 493, fig. 15).

P. tuberosa L. è molto analoga a *P. asplenifolia*, ma se ne distingue oltre che pel colore dei fiori d'un giallo assai pallido — mentre sono roseo-rossastri nell'*asplenifolia* — per la torsione della corolla e l'obliquità del labbro inferiore meno pronunciate. Da ciò dipende un'altra differenza nel meccanismo per l'impollinazione.

Poichè il labbro inferiore non è così inalzato verso destra da impedire una dispersione laterale del polline cadente, viene raggiunto lo stesso scopo mediante peli i quali guarniscono l'estremità superiore dei filamenti. Questi peli nei filamenti degli stami più lunghi ricoprono un più lungo tratto che non su i filamenti degli stami più corti.

Visitatori dei fiori sono *Bombus mastrucatus*, *terrestris*, *mendax* (Müller, *Alpenbl.* p. 301); e Loew (cit. da Knuth) nella Svizzera osservò *Zygaena exulans*. In quanto al processo per assicurare l'autogamia, vale — secondo Kerner (loc. cit. pag. 368) — quanto si è detto per *P. rostrata*.

P. incarnata Jacq. è stata descritta ed illustrata da Kerner (*Vita delle piante*, II, p. 366).

La corolla, bilabiata, ha i lobi del labbro inferiore dapprima rivolti in su, e poscia disposti in un piano obliquo. Il labbro superiore, ad elmo, termina all'estremità a forma di tubo, e sotto la sua curvatura sono nascoste le antere. Lo stilo, lungo, con la sua estremità anteriore traversa il tubo su detto, per cui lo stimma viene a trovarsi davanti alla bocca del tubo stesso ed alla via che conduce all'interno del fiore. I bombi che seguono questa via, debbono urtare lo stimma e l'incrociamento è inevitabile se essi sono sporchi del polline di altri fiori più vecchi, precedentemente visitati. I fiori sono proterogini. Nel primo tempo della fioritura non può avvenire che l'eteroimpollinazione dello stimma mediante gl'insetti; più tardi, lo stimma è ancora urtato per il primo, ma tosto, in seguito allo spostamento dei filamenti staminali, il polline farinoso cade dalle antere ed imbratta il capo dell'insetto che penetra nel fiore, cacciandosi nella fenditura del labbro superiore, che viene alquanto allargata. Mancando la vi-

sita degl'insetti, il polline cade da sè — nell'ultimo periodo della fioritura — su i margini della fenditura, per effetto del rilassamento dei filamenti staminali, per cui gli stami si allontanano. Nello stesso tempo, il labbro superiore si piega sì fortemente ad angolo da prendere una posizione verticale: il polline è trascinato in avanti e in giù nell'interno del tubo e giunge su lo stimma posto, come si è detto, innanzi alla bocca del tubo. In conseguenza della predetta piegatura ad angolo, lo stimma è talvolta ritirato entro il tubo, ed allora l'autogamia avviene nell'interno del tubo stesso.

P. foliosa L. ha fiori bianco-giallastri raccolti in numero da 20-30 in un racemo lungo 6-8 cm. e intercalati da brattee sporgenti.

Il tubo della corolla dei singoli fiori si eleva verticalmente per circa 4 mm., poi piega in avanti aumentando a poco a poco in lunghezza per quasi un centimetro ma conservandosi di eguale larghezza, prima di dividersi nei due labbri. Il labbro superiore forma un cappuccio senza rostro, lateralmente compresso, dalla cui apertura anteriore nei fiori più giovani sporge soltanto la capocchia stimmatica, mentre nei fiori più vecchi lo stilo, rivolto in basso, è così sporgente che lo stimma dista solo di circa 4 mm. dal labbro inferiore obliquamente diretto in giù.

Dall'apertura libera lasciata dai margini del labbro superiore sono visibili le antere. Quando i bombi introducono la tromba e poscia il capo nella scanalatura mediana del labbro inferiore, allargano i margini del labbro superiore e separano le antere, che aprendosi lasciano cadere il polline sul capo degl' insetti. Questi volando da fiore a fiore, da ceppo a ceppo, provocano l'impollinazione incrociata, mentre l'autoimpollinazione spontanea sembra esclusa.

Dalle dimensioni fiorali accennate si rileva che soltanto i bombi i quali possiedono una tromba lunga almeno 12-14 mm. sono nella possibilità di raggiungere il nettare nei fiori di questa specie (Müller, *Alpenb.* p. 302).

E gl'insetti da Müller (loc. cit. p. 303) osservati sono *Bombus hortorum* (lungh. della tromba 16-18 mm.), *B. mesomelas* (15-18 mm. di tromba) e *B. mastrucatus* (10-12 ½ mm.). Quest'ultimo produce spesso un foro in prossimità del calice, ora a destra ora a sinistra del tubo corollino, pel quale foro introduce la tromba per succhiare.

Kerner (*Vita d. p.*, II, p. 368) però ammette l'autogamia possibile verso la fine della fioritura a motivo della piegatura che subisce il labbro superiore, per la quale lo stimma viene a trovarsi su la linea di caduta del polline che esce dalle antere non più unite come nel primo tempo della fioritura.

P. Oederi Vahl. (*P. flammea* Wulfen?) secondo Lindman (1) s'avvicina di molto per la struttura fiorale a *P. recutita* descritta da Müller: il fiore è però notevolmente più grande. La doccia longitudinale del labbro inferiore non può assolutamente essere designata per l'introduzione della tromba degl'insetti, quindi nemmeno in *P. recutita*, a fiori molto più piccoli e a doccia più stretta — contro le vedute di Müller. L'ingresso nel fiore avviene per la fessura del labbro superiore.

Visitatori, fra i 1200-1500 m., ne sono *Bombus nivalis* e *B. alpinus*, rari.

Lo stesso Lindmann (2) trovò pure parecchi fiori, in cui lo stilo era considerevolmente più corto e non giungeva fino alle antere, mentre lo stimma era normalmente sviluppato e viscoso. Naturalmente questa forma rimane designata per l'autoimpollinazione (spontanea).

Anche Warming (3) dice che in *P. Oederi* Vahl. — non in Groenlandia — lo stimma sporge per lo più dal labbro superiore, e viene toccato prima e coperto di polline dal bombo visitatore, nel caso che questo ne sia già sporco. E l'autoimpollinazione avviene anche frequentemente, poichè non di rado lo stilo è notevolmente più corto e non giunge all'altezza delle antere.

P. Oederi Kerner (*P. flammea* Wulfen?). Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 368) che l'ha osservata nei prati alpini vicino al Brenner, nel Tirolo, in questa specie l'autogamia è dovuta al fatto che verso la fine della fioritura il labbro superiore si curva di tanto che lo stimma viene a trovarsi sotto le antere, ed il polline viscoso da esse cadente rimane in parte attaccato allo stimma stesso. Kerner aggiunge che i medesimi mutamenti di posizione, i quali si producono spontaneamente e conducono all'autogamia, possono al principio della fioritura essere determinati dai bombi, appesi ai fiori, ed allora provocano l'incrociamento, analogamente a quanto si verifica in *P. recutita*.

P. lapponica L. secondo le ricerche di Warming sul Dovrefjeld possiede una struttura fiorale analoga a quella di *P. Oederi* Vahl. Il labbro inferiore però è più obliquo e perciò sembra più delle altre specie affini adattata alla fecondazione mediante gl'insetti. In conformità di ciò, secondo Aurivillius, lo stilo sporge dal fiore, cosicchè lo stimma viene toccato prima dagl'insetti

(1) *Ueb. d. Best.-einr. einiger skandinav. Alpenpflanzen*, Bot. Centr. XXXIII 1888.

(2) *Bidrag till Känned.* ecc., p. 84.

(3) *Bestövningsmaade* ecc. Saertryk, p. 44, 1886.

visitatori e l'eteroimpollinazione è assicurata. Con la posizione orizzontale del labbro inferiore è forse possibile che il polline cada su lo stimma, e possa quindi seguirne l'autoimpollinazione spontanea. Lindmann trovò frutti maturi. Inoltre la pianta si propaga riccamente per rampolli sotterranei.

Lindman (*Bidrag*, ecc., p. 84) sul Södra Knudshö, a circa 1500 metri d'altezza, trovò quale visitatore dei fiori *Bombus alpinus*. Anche Aurivillius (1) dice che i fiori di questa specie sono diligentemente visitati da *Bombus* nelle regioni nordiche della Scandinavia, e riporta che il capitano Feilden osservò nella Terra di Grinnel, sotto l'82°-83° di latitudine boreale, bombi a visitare le specie di *Pedicularis*.

Schneider (2) osservò nella Norvegia artica *Bombus lapponicus* e vide *Colias hecla* Lef. posata su i fiori di questa specie.

P. euphrasioides Steph. I fiori, osservati da Warming (*Bestäuningsmaade*, p. 44) sul Dovre, presentano disposizioni analoghe a quelle di *P. lapponica*, ma lo stilo è meno sporgente dal labbro superiore.

P. flammea L. secondo le osservazioni di Warming (*Bestäuv.* ecc.) mostra nei fiori, sul Dovrefjeld, lo stilo sempre rinchiuso nel labbro superiore. Lo stimma giace su le antere cosicchè facilmente avviene l'autoimpollinazione spontanea, seguita da fruttificazione.

P. hirsuta L., come le tre precedenti specie artiche e come le rimanenti del gen. *Pedicularis*, ha una struttura fiorale adatta ai bombi.

Nei fiori più vecchi, lo stilo si ripiega tanto in dietro che lo stimma e le antere vengono a contatto fra loro e l'autoimpollinazione spontanea ha luogo. Questa, tanto in Groenlandia quanto nello Spitzberg, è seguita da fruttificazione (*Warming*, loc. cit.). Ma poichè i bombi mancano nello Spitzberg, Aurivillius (loc. cit.) ha concluso che la specie vi si feconda, come la seguente, per autogamia, fin da una serie infinitamente lunga di generazioni (3).

P. lanata Cham. concorda, secondo Warming, nelle disposizioni fiorali con la specie precedente, sicchè l'autoimpollinazione spontanea vi è inevitabile e coronata — anche nello Spitzberg — da buon successo di fruttificazione.

P. sudetica Willd. I rossi fiori, dall'odore di gelsomino, di questa specie della nuova Zembla, sono proterogini, e l'autoimpollinazione vi è possibile poichè lo stimma, a lungo vivace, è sporgente e giace su la linea di caduta del polline (*Warming*, Bot. Tidsskrift Bd. 17, p. 215).

Ekstam come visitatore dei fiori osservò nel 1895 un piccolo dittero e *Bombus hyperboreus*, mentre nel 1891 non aveva osservato alcuna visita da parte degl'insetti.

P. Sceptrum Carolinum L. I fiori della penisola di Kola e di Österdalen (Norvegia) concordano pienamente nelle loro disposizioni.

(1) *Insektlifvet i arktiska Länder:* Stockholm, 1884.

(2) *Tromsö Museums Aarshefter*, 1894.

(3) V. pure Loew: *Die Veränderlichkeit der Bestäubungseinrichtungen bei Pflanzen derselben Art;* Humboldt, VIII, Mai 1889.

Warming (Bot. Tidsskrift, Bd. 17, p. 215-218) ne ha dato una descrizione, esaminando materiale secco.

Il labbro inferiore, lungo 14-15 mm., è eretto e compresso contro il labbro superiore un po' più lungo (16 mm.), chiudendo interamente la bocca del fiore.

Gl'insetti visitatori devono essere evidentemente grossi bombi o lepidotteri notturni i quali, come in *Antirrhinum* e *Linaria*, cacciano il loro corpo o il capo fra i due labbri, venendo innanzi tutto a contatto con lo stimma, il quale è alquanto sporgente. Anche la distanza fra lo stimma e il nettario (2 cm. e mezzo) fa pensare con ragione che soltanto grossi insetti possano provocare l'incrociamento.

I fiori sono proterogini. Pare che l'autoimpollinazione possa aver luogo difficilmente.

Poichè questa specie in una località così nordica, come presso Alten (circa 70° lat. bor.), produce frutti abbondanti, la fecondazione è certamente effettuata da bombi.

Secondo Delpino (1) anche le 6 *Pedicularis* che fanno nella Nuova Zembla, come pure la *P. Kanei*, trovata dal Dott. Kane su la costa occidentale della Groenlandia al 79° di latitudine, devono la loro fecondazione a *Bombus terrestris*, ma Müller (*Befr.* p. 303) osserva che se questa supposizione fosse giusta, tutte le dette *Pedicularis* dovrebbero avere un tubo corollino più corto che in *P. silvatica* (Cfr. pure *Hildebrand* (2), Bot. Zeit. nn. 47, 48; 1869).

Anche l'asserzione dianzi riferita del capitano Feilden ha bisogno, secondo Ekstam (3) di essere confermata, poichè essa contrasta con i risultati ai quali son pervenuti tutti coloro che hanno fatto ricerche nelle regioni artiche o su alte località alpine; cioè, che gl'insetti rappresentano una parte insignificante nella impollinazione delle piante artiche. A conferma di ciò, Ekstam riporta quanto scrissero Kjellman e Holm. Kjellman (4) è venuto nella conclusione che in molte specie entomofile decisamente artiche, le visite degli insetti sono rare, o nella massima parte dei casi esse si fanno lungamente attendere a motivo della grande scarsezza degl'insetti stessi. Holm (5) dice della Nuova Zembla che gl'insetti vi sono poco nu-

(1) *Alcuni appunti di geografia botanica*, in Boll. Soc. Geogr. Italiana, fasc. 3°, 1869.

(2) *Ueb. d. Wechselbeziehungen in der Verbreitung von Pflanzen und Thieren* von F. Delpino.

(3) *Einige Blütenbiologische Beobachtungen auf Novaja Semlja;* Tromsö Museum Aarshefter, 18; 1895; p. p. 173—74—75 etc.

(4) *Ur polarväxternas lif*; A. E Nordenskiöld, studier och forskningar etc. Stockholm, 1883.

(5) *Novaja-Zemlja's Vegetation, saerligt dens Phanerogamer.* Dijmphna-Togtets zoologisk-botaniske Udbytte. Kiöbenhavn 1885, p. 30.

merosi, che anzi rigorosamente parlando non se ne osservano affatto, poichè spessissimo bisogna cercarli in terra o sotto le foglie cadute: soltanto di rado si vede qualche farfalla poco appariscente svolazzare tra i fiori, oltre ad alcuni rari ditteri, cosicchè l'impollinazione entomofila non vi è rappresentata in nessun modo o soltanto in via accessoria.

Nella Norvegia artica invece, secondo le interessanti ricerche di Schneider (cit. da Ekstam) pare che il compito degl'insetti sia maggiore, ma come risulta da tali ricerche e come lo stesso Schneider rileva, è affatto evidente che le specie di *Pedicularis*, le quali hanno avuto il primo posto tra i fiori adattati ai bombi, vengano solo di rado visitate da bombi.

Ed allo stesso risultato è giunto anche Ekstam, il quale nelle alte montagne scandinave ha osservato soltanto in alcuni pochi casi *Bombus alpinus* a visitare « passando » *Ped. lapponica*, mentre non constatò mai visite d'insetti nelle altre specie di *Pedicularis* da lui osservate. Anche le osservazioni del prof. Fries (*in litt.* a Ekstam), tanto per le regioni artiche quanto per le alte montagne della Svezia, concordano in questo senso.

Come si è riferito più innanzi, il prof. Aurivillius ed altri autori hanno asserito che le specie di *Pedicularis* vengono frequentemente visitate da bombi, che di preferenza accorrono a queste piante. Ma Ekstam pone il dubbio se proprio le specie di *Pedicularis* sieno adattate ai bombi, poichè il fatto, noto, che i bombi spesso si procurano il nettare dei fiori di *Pedicularis* forandone la base e perciò in un modo illegittimo e poco vantaggioso per l'impollinazione, indica già evidentemente che i detti insetti hanno riconosciuta meno comoda la via ordinaria. Da comunicazioni (*in litt.*) fattegli dal prof. Aurivillius, sono principalmente i bombi operai e le specie a corto succiatoio che praticano i fori: la qual cosa è ancor più degna di nota, quando si pensi che le specie nordiche ed alpine, in generale, son quelle che possiedono il succiatoio bene sviluppato.

Nelle due estati del 1891 e 1894 a cui si riferiscono le osservazioni di Ekstam, nella prima (1891) egli non notò alcuna visita di bombi ai fiori di *Pedicularis*, e nella state del 1894 osservò solo due visite di *Bombus hyperboreus* ed entrambe ai fiori rossi, molto appariscenti, odorosi di *P. sudetica* Willd. (loc. cit. p. 118).

Gen. **Castilleja**.

C. pallida Kth. Questa specie, pure artica, è stata esaminata da Warming. Tra il labbro superiore, eretto, e quello inferiore rimane libera soltanto una stretta apertura. Si trovano fiori longistili e brevistili; nei primi l'auto-

impollinazione è resa difficile, nei secondi ha luogo facilmente (Bot. Tidsskrift, Bd. 17, p. 220-223).

C. coccinea Spreng. nel Nord-America, secondo Robertson (*Flow. Asel.*, p. 598), col suo colore scarlatto e la mancanza d'un posatoio qualunque, accenna a colibrifilia. Ed infatti egli, nell'Illinois, osservò *Trochilus colubris* unico visitatore dei fiori.

A motivo della profondità del tubo corollino (15 mm.), non sono da escludere bombi e farfalle diurne.

C. affinis H. et A., secondo osservazioni di A. J. Merritt in California (Eryth. V, p. 21), ha fiori rosso-scarlatti e affatto disposti all'eteroimpollinazione mediante i colibrì.

Considerazioni generali su le « Scrophulariaceae ».

I fiori delle Scrofulariacee sono in generale adattati alla eteroimpollinazione per mezzo degl'insetti. Non solo il zigomorfismo e la posizione laterale dei fiori, ma anche la trasformazione di alcune parti della corolla si riferisce a questo scopo.

Il nettare è secreto dal disco, cioè intorno alla base dell'ovario o principalmente nella sua faccia inferiore: nell'ultimo caso si hanno nettarii a forma di cercine, di squama, conici. Esistono pure nettarii estranuziali.

Il colore dei fiori è per lo più vivace, predominando il rosso o il giallo, e nei tropici si trovano fiori d'un rosso-scarlatto. Fu anche notato il cangiamento di colore in alcune specie.

Varie sono le formazioni destinate a proteggere il nettare e contro i mezzi fraudolenti praticati dagl'insetti per impadronirsene (1).

Intermediari della fecondazione sono principalmente api, bombi, vespe, mosche.

Il polline è coerente o polverulento; polverulento specialmente nelle Rinantacee.

I fiori sono dicogami, più di rado omogami (*Verbascum*, *Digitalis*, *Mimulus* sp.), proterandri (*Pentastemon*, *Digitalis* sp.), proterogini (*Scrophularia*, *Veronica*, *Linaria*, *Euphrasia*, *Odontites*). Se manca l'eteroimpollinazione, ha luogo l'autogamia mediante determinate disposizioni.

Nei fiori omogami l'eteroimpollinazione è resa possibile o dalla diversa lunghezza dei filamenti e dello stilo (es. *Verbascum*), o dai movimenti dello stilo, rispettivamente dello stimma (es. *Mimulus*, *Torenia*, *Glossostigma*).

(1) V. Kerner. — *Die Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste*, Innsbruck, 1879.

Nei fiori dicogami l'eteroimpollinazione è in principio favorita dalla relativa posizione degli organi sessuali e dal non contemporaneo sviluppo dei medesimi.

Mancando l'eteroimpollinazione, l'autoimpollinazione si compie in diverse guise: per l'incurvarsi dello stimma sotto le antere (es. *Rhinanthus minor*, *Euphrasia minima*, *E. stricta*, *Melampyrum*): per l'incurvarsi dello stilo in alto e collocamento dello stimma su la linea di caduta del polline (*Scrophularia*, *Veronica*-sp.): per ulteriore accrescimento della corolla, avvicinandosi così lo stimma alle antere (*Rhinanthus hirsutus*, *Euphrasia Rostkoviana*, *Odontites*): per la caduta della corolla, venendo così il polline che vi aderisce a rasentare contro lo stimma (*Veronica*-sp., *Calceolaria pinnata* ed altre): per l'incurvarsi del peduncolo fiorale che ha per effetto di portare lo stimma sotto le antere (*Phygelius*): mediante varie curvature della corolla e per la combinazione parecchie di tali disposizioni (*Wettstein*).

Fiori cleistogami furono osservati in specie dei generi *Vandellia*, *Veronica*, *Linaria*, *Scrophularia* e *Salpiglossis*.

I *Verbascum* hanno fiori a tubo corto ed aperto; gli organi sessuali sono liberi e sporgenti, ed ordinariamente lo stimma viene toccato prima delle antere dagl' insetti visitatori. I fiori offrono soltanto polline, e in alcune specie anche nettare, in quantità scarsissima.

L'incrociamento è favorito nella generalità dei casi dalla proteroginia, ma l'autoimpollinazione spontanea è resa possibile dai movimenti che subisce lo stilo e dalla caduta della corolla (1).

Alcune specie (*thapsiforme*, *phlomoides*, *Lychnitis*) si presentano ginomonoiche e più di rado ginodioiche.

I fiori — gialli, bianchi o d'un violetto cupo (*V. phoenicea*) — sono principalmente visitati da api e bombi raccoglitori di polline, ai quali si accompagnano — in seconda linea — mosche sirfidi e farfalle.

Le specie di *Linaria* e *Antirrhinum* — dai fiori gialli, aranciati, bleu, porporini etc. — hanno tubi fiorali speronati, più o meno lunghi, nettariferi e a labbri della corolla chiusi. Le specie trattate sono tutte omogame, ad eccezione di *Linaria reflexa* che è proterandra, secondo Ponzo (2).

(1) U. Martelli. — *On the cause of the fall of the Corolla in Verbascum.* Journ. Linnean Society, XXX, 1894.

(2) Kerner (*Vita d. piante*, II, p. 306) riporta come proterogini i generi *Linaria*, *Scrophularia*, *Veronica*.

Sono generalmente melittofile, come riportano i diversi autori: *L. Chalepensis* è sfingofila e falenofila, secondo Delpino e G. E. Mattei.

L'incrociamento è favorito dalla posizione delle antere sotto il labbro superiore; l'autoimpollinazione spontanea è inevitabile in alcune specie, in altre (*L. minor*) è la regola.

Alcune *Linaria* portano fiori cleistogami.

Le *Scrophularia* dai fiori campanulati, verdastri, largamente aperti, ricchi di nettare facilmente accessibile, sono — almeno per le specie trattate — proterogine e melittofile, e visitate prevalentemente da vespe. La proteroginia non è sempre così pronunciata da evitare — come in *S. aquatica*, secondo Pandiani — l'autoimpollinazione spontanea che ha luogo facilmente.

Alcune specie di *Scrophularia* presentano fiori cleistogami. Durieu de Maisonneuve (Bull. Soc. Bot. France, III, p. 565-570; 1856) fu il primo a scoprirne in *Sc. arguta*, e ne è fatta menzione pure da Kuhn in « Botan. Zeitung, 1867, p. 67 ». Questa specie, delle Antille, è anche nota per la sua anficarpia (Huth: *Ueb. geokarpe, amphikarpe und heterokarpe Pflanzen*, Berlin, 1890).

Le specie trattate del genere *Veronica* sono nella massima parte omogame; parecchie sono proterogine ed alcune proterandre. I fiori hanno tubo corto e sono aperti, con gli organi sessuali sporgenti e liberi.

Alcune *Veronica* (*hederaefolia*, *serpyllifolia*, *agrestis*, *triphyllos*) presentano fiori pseudocleistogami, cioè fiori che in date circostanze non si aprono, ma in cui — pur rimanendo chiusi — si effettua l'autofecondazione con produzione di semi maturi e fertili, come nei fiori cleistogami (Hansgirg, *Phytodynamische Untersuchungen*, in Oesterr. botan. Zeitschrift, 1890, n. 2).

Hansgirg (l. c.) distingue i fiori pseudocleistogami in fotocleistogami, idrocleistogami e termocleistogami, a seconda che la scarsa illuminazione, la stazione subacquea o l'insufficiente temperatura determinano la pseudocleistogamia.

Le specie di *Veronica*, citate or ora, rientrano nel gruppo di quelle a fiori foto-termocleistogami.

Secondo Mac Leod (*Berracht.*, p. 198) le specie monocarpiche, fornite di piccoli fiorellini poco appariscenti (ad eccezione di *V. triphyllos*), di regola si autofecondano; fra le specie policarpiche ce ne sono diverse in cui la probabilità dell'incrociamento è abbastanza grande, ed in generale sono incrociate a motivo del maggior numero delle visite degl'insetti o della dicogamia, più favorita che nelle specie monocarpiche (Cfr. pure Müller, *Befr.*, p. 289).

Visitatori principali dei fiori azzurri, nelle varie gradazioni di questo colore, e più di rado rosei, bianchi o biancastri, sono ditteri (sirfidi, empidi, muscidi) in prima linea, e poscia imenotteri (apidi, ecc.), e lepidotteri in scarso numero.

Le specie neo-zelandesi del gen. *Veronica* sono secondo Thomson (N. Zeal. Instit. 1880, p. 277) proterandre in diverso grado e probabilmente tutte xenogame; alla deiscenza delle antere, i filamenti si allontanano fra loro e lo stilo con lo stimma sovrasta in mezzo al fiore. Visitatori principali: imenotteri e ditteri.

Secondo Armstrong (N. Zeal. Instit. XIII, 1880, p. 344), numerose specie (circa 60) neo-zelandesi di questo genere sono prevalentemente autofertili e l'autogamia vi è determinata dal contatto fra antere e stimma in seguito all'appassire della corolla.

Le *Digitalis* — a fiori rossi o giallicci — hanno tubi fiorali, nettariferi, lunghi, larghi ed aperti. *D. purpurea* ed *ambigua* sono proterandre, *D. lutea* è proterandra (nelle località più basse) od omogama (in località più alte). In tutte e tre le specie può avvenire l'autoimpollinazione spontanea, mancando le visite dei bombi, da cui sono principalmente frequentate.

Le prime due si riscontrano ginodioiche, l'ultima anche ginomonoica.

Scrofulariacee esotiche hanno adattamenti molto diversi. Le *Collinsia* presentano tutte le caratteristiche d'un fiore papilionaceo, e in *Calceolaria pinnata* è riprodotto l'apparecchio notissimo delle *Salvia*.

Le Rinantacee, finalmente, costituiscono il gruppo più interessante fra le Scrofulariacee, a motivo della perfezione per vari gradi raggiunta dall'apparecchio di spargimento del polline, e dell'adattamento delle sue forme a diversi gruppi d'insetti.

Tozzia alpina è adattata ai ditteri (*Fliegenblume*); tra le specie di *Euphrasia*, alcune ci esse richiamano accanto ai ditteri un numero discreto di apidi come intermediari per l'incrociamento, e tra quelle dei generi *Rhinanthus*, *Melampyrum*, *Bartsia* e *Pedicularis* — che presentano apparecchi meglio perfezionati per lo spargimento del polline — i fiori sono adattati affatto esclusivamente alle api e principalmente ai bombi. Solo nel genere *Rhinanthus*, a causa del suo spingersi in località ricche di farfalle, il fiore in origine adattato ai bombi si è disposto ad un incrociamento mediante le farfalle, dapprima contemporaneo e poscia esclusivo; cosicchè si ha in *R. Alectorolophus* un fiore bombofilo e lepidotterofilo, ed in *R. alpinus* un fiore lepidotterofilo (Müller, *Alpenbl.*, p. 304).

Circa il significato biologico del rigonfiamento del calice in *Rhinanthus*, vale quanto è stato riferito per il calice di alcune *Silene* nel terzo numero di queste Contribuzioni (in *Malpighia*, XIX, 1905).

Nella parte descrittiva fu già accennato alle differenze che presentano *Bartsia alpina* ed alcune *Pedicularis* delle regioni artiche, comparate agli stessi esemplari dell'Europa centrale.

Negli esemplari artici, cioè, si nota una maggiore tendenza all'autoimpollinazione, in confronto con le identiche specie dell'Europa centrale, allogame. È molto probabile che questo cangiamento nelle disposizioni dei fiori e nel modo d'impollinazione sia in rapporto con la povertà d'insetti della Groenlandia, poichè Warming riscontrò fatti analoghi anche presso altre piante: ed in generale, presso le piante più artiche, si osserva un numero molto maggiore di specie autogame in generi che con specie affinissime — ma allogame — s'incontrano pure nell'Europa centrale.

Warming espresse l'idea che in Groenlandia, dove gl'insetti floricoli sono poco numerosi, le piante a propagazione vegetativa attiva sono specialmente adattate alla fecondazione incrociata, mentre quelle prive di moltiplicazione per via vegetativa, le quali *devono* per conseguenza produrre semi a rischio di estinguersi, sono specialmente adattate all'autofecondazione.

Pedicularis lapponica, per esempio, è di regola fecondata per opera degl'insetti e la produzione di semi è perciò incerta, ma la sua propagazione per rampolli sotterranei è molto attiva: i fiori di *Ped. lanata*, *hirsuta* e *flammea* sono invece adattati per l'autofecondazione e la moltiplicazione vegetativa manca quasi del tutto. *Linaria vulgaris*, secondo Mac Leod, è in gran parte sterile se mancano le visite degl'insetti, ma può senza semi continuare a sussistere: *L. minor* ed *Elatine* hanno, invece, piccoli fiori, autofertili e sono piante annue.

Se molti fatti analoghi possono trovare la loro spiegazione nell'ipotesi del Warming, ne esistono altri che ad essa sono contrari. Mac Leod pensa che un numero di fatti molto più grande possa spiegarsi con l'ipotesi seguente: Le piante entomofile devono fare dei *sacrifizi* per attirare gl'insetti; i materiali che devono servire alla produzione del *nettare*, degli *odori*, ecc. sono tolti in grandissima parte alle riserve di cui la pianta è provvista al momento in cui comincia a fiorire. Se queste riserve sono considerevoli, la pianta potrà produrre molto nettare, ecc., attirerà numerosi insetti e sarà adattata alla fecondazione incrociata. Ma se le riserve sono poco considerevoli, la pianta potrà adoperare solo una piccola parte delle sue risorse per attirare gl'insetti, dovendo la maggior parte di quelle essere impie-

gata alla nutrizione dei frutti e dei semi: le spese in nettare, ecc. che la pianta può fare, diverranno insufficienti e, in seguito, inutili o quasi inutili. I fiori non saranno più visitati dagl'insetti e si adatteranno all'autofecondazione.

Secondo tale criterio egli divide le piante in *capitaliste*, a riserve considerevoli ed i cui fiori sono adattati alla fecondazione incrociata ed in *proletarie*, le cui riserve sono meschine ed i cui fiori subiscono sempre o quasi sempre l'autofecondazione. Ma anche questa teoria — come egli stesso fa rilevare — è insufficiente a spiegare certi fatti, ed allora egli si domanda se nei casi di specie capitaliste puramente autogame, ovvero di specie proletarie ad autofecondazione impossibile non intervengano altri fattori (l'apogamia ?).

La questione è di sommo interesse e potrà risolversi quando saranno compiute le ricerche sul meccanismo fiorale e specialmente su le sue variazioni sotto i più diversi climi e rapporti faunistici. Ed in questo senso da Warming stesso e da altri autori, quali Lindman, Mac Leod, Kirchner e Aug. Schulz, furono da parecchi anni intrapresi degli studi nelle flore danese, norvegiana e belgica, e dei dintorni di Stuttgart, di Halle e dei Riesengebirge.

Loew (*Die Veränderlichkeit* ecc.) prendendo a base i risultati ottenuti dalle ricerche di Aug. Schulz conclude che piante con disposizioni fiorali variabili possono adattarsi a seconda delle circostanze ora all'autogamia ora all'allogamia, e che, in conformità di ciò, le piante con disposizioni fiorali diventate stazionarie, rappresentano un gruppo ai cui due termini estremi stanno forme puramente autogame e puramente allogame, legate fra loro da numerose forme intermedie.

Fam. Bignoniaceae.

Gen. **Catalpa** Scop.

C. bignonioides Wulf. (= *Bignonia catalpa* L.: = *C. siringifolia* Sims.) ha fiori proterandri.

Delpino (1) riporta che nei fiori si osservano movimenti inversi degli stami e dello stilo coordinati allo scopo della dicogamia proterandra ed entomofila. Gli stami, cioè, piegano in basso quando le loro antere si sono aperte, e più tardi si drizzano in alto a prendere il posto dello stilo. Ma Kirchner (*Beiträge*, ecc. 1890, pp. 53-54) dice di non aver mai potuto osservare tali movimenti, che anzi trovò sempre gli stami aderenti alla parete interna del labbro su-

(1) *Ult. Oss.* I, 1868, 69; p. 149; II, 2, 1875, pp. 135, 162, 172.

periore, ed anche lo stilo — il quale sovrasta gli stami (1) — rimaner in questa condizione e collocare soltanto i suoi due rami stimmatici, divaricati, sopra l'ingresso fiorale. Anche Heckel riferisce di non aver mai veduto il più piccolo movimento dello stilo verso le antere, nè di queste verso l'organo femminile, se non quello che ha luogo per l'accrescimento (Darwin) (2).

Gli stimmi sono eccitabili. I lobi stimmatici, toccati prima dall'insetto visitatore e sporco del polline d'un altro fiore precedentemente visitato, si chiudono prima che il polline del proprio fiore possa essere deposto sopra di essi (*Delpino*, loc. cit., *Hildebrand*, Bot. Zeitung 1867, p. 284; *Müller*, Befruchtung, ecc., p. 306).

Lo stesso Kirchner (loc. cit.) ha pure osservato un particolare cangiamento di colore che si avvera nei fiori più vecchi in confronto dei fiori più giovani, il quale cangiamento di colorazione ricorda quello che analogamente avviene nei fiori di *Aesculus Hippocastanum* (cfr. W. O. Focke (3) in Naturwissensch. Wochenschrift. Bd. 5, 1890, p. 37).

Come pronubi dei fiori di questa specie, Macchiati (*Catalogo*, ecc. N°. Gi. Bot. It., XVI, p. 355) elenca *Apis mellifera* var. *ligustica*, 2 *Andrena*, 2 *Halictus* ed altri apidi.

Anche nella Florida, nell'Illinois, secondo Meehan (Proc. Amer. Ass. Ad. Sc. 1873) i fiori di questa specie erano visitati da api mellifiche, che però non toccavano lo stimma. La fruttificazione era abbondante.

Ryder (Am. Natur. XIII, 10, p. 648; 1879) ha scoperto in questa specie glandole nettarifere alla pagina inferiore delle foglie, negli angoli delle nervature, constatandone l'essenza non solo saggiandone il liquido secreto ma anche dalla presenza di formiche.

C. speciosa Warder. Secondo Antisdale (Bot. Gaz. VIII, 2, p. 171; 1883) i fiori sono troppo grandi per essere fecondati da api o da piccoli bombi. Il loro dorso non è abbastanza alto per toccare gli stimmi e le antere. Un grosso bombo tocca lo stimma, entrando ed uscendo dal fiore. Gli stimmi sono eccitabili e si chiudono in pochi secondi dopo che sono stati toccati: essi si chiudono prima che un'ape esca dal fiore.

(1) Cfr. Bureau, *Monographie des Bignoniacées*, p. 188.

(2) *Effetti della fec. incr. e propria*, trad. it. 1878, p. 50, in nota.

(3) *Der Farbenwechsel der Rosskastanien-Blumen;* Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg XXXI, 1889, pp., 108-112. Cfr. pure: Martelli U.: *Dimorfismo fiorale di alc. specie di Aesculus;* Boll. Soc. bot. ital. in N. Giorn. Bot It. vol. XX, 1888, n. 3, pp. 401-404. — Ref. Bot. Centr., XXXVI, p. 281.

Tecoma secondo Heckel (1) è proterogino.

Macchiati (loc. cit.) riporta come pronubi di *T. radicans* Juss. *Apis*, 2 *Halictus*, altri apidi e qualche afide alato.

Il prof. Trelease (2) menziona che secondo il prof. W. A. Henry, i fiori di questa specie vengono — nella loro patria — perforati probabilmente dal *Trochilus colubris*. Il dr. Schneck (3) e George Sprang (4) hanno trovato i fiori perforati, ma l'ultimo osservò formiche a rosicchiare la corolla.

Nel giardino botanico di St.-Louis — riferisce Pammel L. H. (5) — è difficile trovare un fiore di questa specie, completamente aperto, che non presenti dei fori longitudinali nella corolla.

Tec. ipé. Mart. è ornitofilo. Fries (l. c., p. 400) notò parecchie specie di colibrì.

Eccremocarpus scaber R. et Pav. I fiori di questa specie, da noi coltivata, vengono nel Chilì visitati frequentemente dal colibrì *Eustephanus galeritus* Mol.; il carattere ornitofilo dei fiori sembra ancora dubbioso (Johow. *Bestäub. chilen. Blüt.* I, p. 121).

Spathodea campanulata Beauv. secondo Treub (v. *ante*) e *Parmentiera cereifera* Seem. secondo Kraus (Flora 81, 1895. p. 151-194) presentano il calice con idatodi.

Le Bignoniacee sono generalmente proterandre, ed i lobi stimmatici si separano prima dell'antesi completa. In quanto all'impollinazione sono entomofile od ornitofile: a favore dell'allogamia parlano la condizione esposta dei fiori e l'associazione, frequente, di colori vistosi nel calice e nella corolla (Schumann).

Le Bignoniacee sono anche mirmecofile con una percentuale del 66 % (342 specie circa) secondo Delpino (*Funz. mirmecof.* 1888, IV, p. 169-182). Più recentemente il prof. Penzig (Malpighia VIII) riscontrava un'altra specie formicaria in *Stereospermum dentatum* (che secondo U. Martelli — *Flora Bogosensis* 1886, p. 64 — è identico a *St. integrifolium*), da lui rinvenuta alle falde meridionali del monte Lalamba, a nord-west di Keren, a 1800 m. d'altezza sul livello del mare.

(1) *Loc. cit.*

(2) *Note on the perforation of flowers.* — Bull. of the Torrey Bot. Club, vol. VIII, p. 133.

(3) *Mutilation of flowers by insects;* Botan. Gazette, XIII, p. 39.

(4) *The fertilization of the Trumpet Creeper* (Tecoma radicans), Bot. Gazette, VI, p. 302.

(5) *Perforation of flowers:* Trans. of the St.-Louis Acad. of Science, V, n. 1, 1888.

Fam. Martyniaceae.

Gen. **Martynia** L. « Houst » 1737.

M. proboscidea Glox. (= *Proboscidea Jussieui* Stend.) ha fiori adattati ai bombi (Robertson, *Flowers and insects*, VII; Bot. Gaz. XVII, 3, 1892, p. 65).

Il petalo inferiore della corolla forma un largo posatoio su cui si posa l'insetto. Le antere sono addossate alla parete superiore della corolla, e lo stimma le sovrasta. Il lobo inferiore di questo è molto eccitabile prima della fecondazione, durante il qual tempo esso pende quasi verticalmente (*Todd*, Amer. Nat. XIII, 1, p. 16; 1879).

Ward (cit. da *Beal*, Am. Nat. XIV, 3, p. 201-204; 1880) ha osservato nei fiori di questa specie bombi, *Apis mellifica* ed un'altra ape. I bombi penetravano nei fiori. Gli stimmi si chiudevano prima che le api uscissero dai fiori. Il minimo tempo osservato per la chiusura degli stimmi fu di tre secondi, ed il massimo di 12 secondi, in una giornata fredda e nuvolosa. Dopo la quinta volta cessa l'azione eccitabile degli stimmi.

Harger (Bot. Gaz. VIII, 4, p. 208; 1883) presso Oxford (Connect.) ha osservato che quando i lobi dello stimma hanno ricevuto polline mediante la visita di un'ape, essi si chiudono per non riaprirsi più (1).

M. lutea Lindl. (= *Probosc. lutea* Stapf.). In questa specie del Brasile, le due lamelle eccitabili dello stimma, secondo Oliver (Ber. deut. bot. Ges., 1887, p. 165) sono eccitabili soltanto nella loro faccia interna, ove l'epidermide è munita di peli verrucosi.

Fam. Pedaliaceae.

Sesamum indicum L. I bianchi fiori, ascellari, nel giardino botanico di Buitenzorg erano visitati da *Xylocopa coerulea*. La specie possiede pure, come parecchie altre Pedaliacee, nettarii estranuziali, secondo Ascherson (Bot. Ver. Brandenb. XXX, 1888).

Trapelia Oliv. oltre i fiori casmogami, produce pure fiori sommersi, idrocleistogami (Stapf).

Fam. Orobanchaceae.

Gen. **Kopsia** Dum. (= Phelipaea C. A. Meyer).

K. ramosa Dum. (= *Ph. ramosa* L.; *O. ramosa* L.) ha fiori debolmente proterogini, privi di odore, di colore azzurro-chiaro o bianco, a fondo giallastro.

Il labbro inferiore della corolla, trilobo, porta pieghe meno profonde che in *Orobanche Galii*; le antere non sono collegate fra loro, ma terminano ciascuna con due appendici acute e sono collocate in due serie dietro lo stimma, bianco.

(1) Cfr. pure per questa specie: *Delpino*, Sugli apparecchi ecc. p. 32; *Hildebrand*, F. Delpino's Beobacht., Bot. Zeit. 1867, n. 36, p. 284; *H. Müller*, Die Befruchtung, etc. p. 306.

Al principio della fioritura, l'eteroimpollinazione è molto favorita dall'intervento degl'insetti; ma se questi mancano — come sembra essere il caso — è provveduto alla possibilità dell'autoimpollinazione spontanea mediante un abbassamento dell'estremità anteriore dello stimma, che, piegandosi ad arco, viene a contatto pel suo margine posteriore col polline delle due antere posteriori (Kirchner, *Neue Beob.*, ecc., p. 62; *Flora*, ecc., p. 644).

(*Kopsia* =) *Phelipaea coerulea* C. A. Mey. secondo le osservazioni di Knuth (1) in una località dello Schleswig-Holstein, ha fiori adattati all'autoimpollinazione, quantunque per il loro colore, la grandezza e la loro unione in racemi sieno molto appariscenti e lascino supporre una ricca frequenza da parte degl'insetti. Ma quantunque in detta località volassero numerosi ditteri, principalmente, ed anche farfalle ed api, i fiori di *Ph. coerulea* erano sdegnati da questi insetti che si posavano invece su altre piante.

E in diversi giorni e per lunghe ore non osservò mai che gl'insetti visitassero i fiori di questa specie, che si presentano privi di odore e di nettare.

Nei fiori ancora in boccio i filamenti sono curvati all'estremità e giacciono sotto lo stimma. Però subito si distendono e raggiungono lo stimma, ricoprendolo di polline, quando il fiore non è ancora completamente aperto ed il suo ingresso è ancora quasi totalmente chiuso dal labbro inferiore, trilobo.

Forse, pensa lo Knuth, questa disposizione per l'autoimpollinazione in un fiore tanto appariscente è da riguardare come una conseguenza del trovarsi la pianta isolata o della mancanza degl'insetti necessari: la questione può risolversi mediante l'esame di altre piante in altre località.

Knuth osservò pure in numerosi esemplari che i fiori terminali per la fusione di parecchi di essi sono trasformati in un fiore actinomorfo, il cui stimma è a tre o quattro lobi e circondato da 9 o 12 stami.

Gen. **Orobanche** L.

O. caryophyllacea Sm. (=*O. Galii* Dub.) ha fiori omogami, emananti odor di garofano.

La corolla e lo stimma hanno un colore che va dal giallastro al rosso-bruno; il nettare è raccolto nel fondo del fiore.

La corolla, alquanto piegata, si allarga gradatamente dalla base alla bocca; il labbro inferiore, trilobo, è fornito di pieghe le quali

(1) *Die Bestäubungseinrichtungen d. Orobancheen von Schleswig-Holstein;* Botan Jaarboek, III Jaargang, Gent, 1891.

restringono talmente l'ingresso fiorale, che gl'insetti visitatori più grossi, ai quali queste pieghe servono da posatoio, devono col capo venire a contatto con gli organi sessuali, situati sotto il labbro superiore.

Lo stimma, grosso, lievemente bilobo, sorpassa le antere, le quali sono fra loro lateralmente collegate e fornite d'una punta rigida, acuta, rivolta in basso. Le logge delle antere si aprono in alto, mediante una fenditura, e lasciano cadere il polline sciolto, giallo-chiaro, quando la punta dell'antera subisca qualche urto.

Le antere sono situate immediatamente dietro lo stimma, mentre le appendici delle antere sporgono un po' più in basso dello stimma, cosicchè esse vengono facilmente toccate da gl'insetti che visitano il fiore. Il polline si riversa quindi su la tromba o sul capo dell'insetto da tutte e quattro insieme le antere collegate, come innanzi si è detto.

A motivo della posizione dello stimma, sporgente, gl'insetti effettuano sempre l' eteroimpollinazione, ed è impossibile l'autoimpollinazione spontanea (Kirchner, *Flora* ecc. p. 642). (1)

Le disposizioni fiorali per l'impollinazione ricordano interamente quelle osservate nelle Rinantacee: *Melampyrum, Euphrasia*, ecc.

O. elatior Sutt. (= *O. maior L.*) secondo Knuth (loc. cit.) mostra la stessa disposizione all'autoimpollinazione riferita per *Phelipaea coerulea*. Negli esemplari osservati nella campagna di Oldenburg non osservò nessuna visita da parte degl'insetti su i fiori, privi di odore e di nettare, e dalla tinta fosca, di questa *Orobanche*.

O. Rapum Thuill., *O. minor* Sutt. secondo Mac Leod (*Berruch.* p. 209) hanno fiori melittofili.

I fiori di *O. Rapum-Genistae* Thuill., *O. rubens* Wallr. ed *O. Epithymum* DC. furono dallo Schulz (loc. cit. 17, p. 219), rispettivamente in Westfalia, presso Halle e presso Bolzano, osservati forati, senza che ei potesse sorprendere gl'insetti autori dei fori; ma a Bolzano Superiore notava parecchi fiori di *O. cruenta* forati da *Bombus terrestris*.

O. speciosa DC. osservata dallo Knuth nel giardino botanico di Kiel, parassita su *Vicia faba*, a motivo della posizione delle antere, situate dietro lo stimma, biclavato e sporgente dall'ingresso del fiore, esclude l'autoimpollinazione spontanea.

Un grosso insetto che si cacci nel fiore, tocca dapprima lo stimma, e poscia urta contro le appendici delle antere rivolte in basso. Lo stimma del fiore che è visitato per il primo, rinculando l'insetto,

(1) V. pure Kirchner: *N. Beob.* ecc. 1886, p. 61, sub *Or. Galii.*

viene coperto col polline del proprio fiore, ma i fiori successivamente visitati vengono eteroimpollinati.

Come visitatore Knuth (*Herbstbeobachtungen*) osservò *Apis mellifica*.

Il nettare è secreto in questa specie dalla base dell'ovario, colorata in giallo-arancio.

O. (Phelipaea) lutea Desf. Trabut (1) trovò in questa specie, nella provincia di Oran (Algeria) fiori sotterranei, cleistogami, la cui corolla tubolosa era chiusa.

Gen. **Lathraea** L. (2).

L. squamaria L. ha fiori proterogini, visitati da bombi. La corolla è percorsa da strie porporine; il labbro inferiore presenta un nettarindice; il nettare, secondo Stadler (*Beitr. z. Kennt. d. Nectarien*, p. 9-12), è secreto da un cercine carnoso sotto l'ovario e si raccoglie nel fondo del tubo calicino.

Le antere, come nelle rinantacee, sono collegate fra loro formando due serbatoi di polline. I bombi che visitano questi fiori, introducono la loro tromba nella doccia del labbro inferiore, ed urtano — nei fiori più vecchi — contro le appendici a punta delle antere, provocando così la caduta del polline dalle antere discostate. Nei fiori più giovani, invece, essi urtano contro lo stimma, sovrastante alle antere, portato da uno stilo inclinato sul labbro inferiore. Poichè le antere si aprono quando lo stimma è appassito o caduto, l'autoimpollinazione spontanea non può aver luogo (Kirchner, *Flora*, ecc. p. 603).

Secondo Kerner (l. c. II, p. 324), quando lo stilo e lo stimma sono appassiti, i filamenti staminali portano le antere aperte davanti all'ingresso del fiore. Durante questo periodo le antere opposte non sono più aderenti, ed il polline che ne esce in seguito agli scuotimenti del vento, arriva su gli stimmi, ancora atti alla impollinazione, dei fiori più giovani, giacchè l'infiorescenza porta tutti i fiori rivolti da uno stesso lato. Ha luogo, così, un incrociamento per geitonogamia, verso la fine della fioritura, mentre al principio di questa è possibile la fecondazione incrociata mediante gl'insetti.

(1) *Bull. Soc. bot. de France*, 1886, pp. 536-539.

(2) Nella *Flora analit. d'Italia* di Fiori e Paoletti, questo genere é incluso tra le *Scrophulariaceae*, cosí pure nel *Manuale* di Post e Kuntze. Per la struttura dell'embrione il gen. *Lathraea* concorda perfettamente con quello delle rinantacee, e tra le *Scrophulariaceae* l'includono Kerner (l. c. I, p. 167) Engler nel suo *Syllabus* e Knuth nell' *Handbuch der Blütenbiologie*. L'Arcangeli l'include in questa famiglia.

Schulz (loc. cit., 17, p. 217) vide presso Naumburg questa specie frequentemente forata da *Bombus terrestris*, di quando in quando da *B. lapidarius* e *rajellus*, i quali insieme ad altri bombi ne succiano pure il nettare in modo normale. Egli osservò parecchi fiori che presentavano 4-5 fori.

Knuth (*Handbuch*, II, 2, p. 207) che ha dato una descrizione completa dei fiori di questa pianta, riporta come visitatori, nelle vicinanze di Kiel, *Bombus hortorum*, *terrestris* e *lapidarius*.

Stadler (loc. cit.) cita *B. terrester* e *B. muscorum*.

L. clandestina L. (= *Clandestina rectiflora* Lam.) concorda secondo Kerner (loc. cit. II, p. 325) con la specie precedente.

Loew (*Blütenbiol. Floristik*, p. 302), in esemplari del giardino botanico di Berlino, trovò i fiori più debolmente proterogini di quelli di *L. squamaria*.

Nel primo stadio — femminile — del fiore, il labbro superiore circonda le antere completamente, in modo che lo stimma, sporgente, può solo esser coperto da polline straniero. Nel secondo stadio, maschile, allontanandosi i margini del labbro superiore, l'accesso alle antere sviluppate rimane libero, e l'accesso al nettario trilobo, nella base anteriore dell'ovario così aperto, che la tromba d'un bombo giunge ad urtare le appendici delle antere, determinando la caduta del polline polverulento su la tromba stessa.

Mediante l'intervento degl'insetti l'eteroimpollinazione è perciò assicurata.

Come visitatore dei fiori, nel giardino botanico di Berlino, Loew riporta *Bombus hortorum*.

Le *Orobanche* hanno fiori omogami, più di rado proterogini, in parte nettariferi, in parte privi di nettare. Sono melittofile. Qualcuna presenta fiori cleistogami.

Lathraea ha fiori proterogini, nettariferi, disposti in principio per la fecondazione mediante gl'insetti, e verso il termine della fioritura anemofili (Kerner).

L. squamaria forma in gran quantità fiori cleistogami, che rimangono sotterranei e portano a maturità i semi (Heinricher) (1).

Come mezzo di adescamento per gl'insetti servono oli eterei ed i nettarii colorati sempre in giallo vivace, alla base dei filamenti o dell'ovario. (Beck v. Mannagetta).

(1) *Biolog. Studien and. Gatt. Lathraea;* Berichte d. deut. bot. Gesells. XI, p. 16, 1893.

Fam. GESNERACEAE.

Gen. **Gesneria**.

In questo genere le diverse parti del fiore sono presso a poco disposte come in *Digitalis* (Ogle), (1) e la maggior parte delle sue specie, se non tutte, sono dicogame, e proterandre per eccellenza (Delpino) (2).

Dopo che le antere disseccate e vuote, per effetto dell'avvolgersi a spira dei filamenti, si sono ritirate nell'interno del tubo, lo stilo si allunga rapidamente, cresce del doppio e viene a far capolino nello stesso punto preciso dianzi occupato dalle antere. È chiaro che un insetto, visitando questi fiori, non può a meno di trasferire il polline dei fiori giovani su gli stimmi dei fiori vecchi. Lo stesso fenomeno si verifica pure per *Gloxinia tubiflora* e per le specie di *Achimenes* (*Delpino*, loc. cit.). Cfr. *Hildebrand*, (3) in nota. Per la fecondazione delle *Gloxinia*, cfr.: E. Faivre (A. Soc. botanique de France, 1860).

Achimenes P. Br. Secondo Kitchener (Amer. Naturalist. VII, 1873, p. 478) il fiore è proterandro e, per un ulteriore scambio di posto fra gli stami, disposto all'eteroimpollinazione.

Aeschynanthus speciosus è stato descritto da Hildebrand (loc. cit.). I fiori sono spiccatamente proterandri. Nel primo stadio, gli stami con le antere collegate a due a due, sporgono fuori del tubo corollino, mentre lo stimma è nell' interno del tubo quasi a metà della sua lunghezza. Quando le antere hanno emesso il loro polline, i filamenti si ripiegano in modo che le antere vengano quasi a giacere sul labbro inferiore della corolla: nel medesimo tempo tutto il pistillo si allunga e lo stimma giunge allo stesso posto in cui prima si trovavano le antere. È immancabile perciò che un insetto proveniente da fiori piú giovani non depositi sopra di esso il polline che trasporta.

Da quanto sopra, risulta che in questa specie non è possibile nè autoimpollinazione spontanea, nè autoimpollinazione mediante gl'insetti, ma soltanto l'incrociamento.

Gesneria bulbosa Hook. secondo Delpino (*Ult. Oss.* II, 2, p. 257) appartiene al tipo « Aeschynanthus », ornitofilo.

Ramondia pyrenaica, coltivata nei giardini, si distacca dalle precedenti Gesneriacee per i fiori a corolla rotata, a 5 lobi, dalla fauce fornita di peli corti d'un vivo color giallo-arancio. I fiori rassomigliano a quelli di *Solanum tuberosum* anche per il cono formato dagli stami, cui sovrasta lo stilo molto più lungo. Le antere secondo Kerner (l. c. II, p. 268) sono fornite di appendici le quali, urtate dagl' insetti che penetrano nel fiore, determinano lo spargimento del polline.

(1) *Pop. Science Review*; Jan. 1870, pp. 51-52.

(2) *Sugli apparecchi* ecc. p. 33; *Ult. Oss.* I. p. 185.

(3) *F. Delpino's weitere Beobacht.* ecc., 1870, Bot. Zeit. p, 43 (Sep.-Abd); Bot. Zeit. 1867, p 284.

Episcia maculata secondo Oliver, (B. Jahresb. 1890, I, p. 503) in esemplari di Kew, ha fiori proterandri. La bocca del fiore è quasi chiusa. A motivo della posizione delle antere e dello stimma l'autoimpollinazione spontanea è esclusa, e probabilmente la solida chiusura del perianzio viene aperta da un'ape a lunghissima tromba, ed effettuata la fecondazione. L'impollinazione artificiale fu coronata da successo.

La specie possiede nettarii extrafiorali, mediante i quali le formiche, sono distolte dal visitare i fiori.

Mitraria coccinea Cav. I fiori penduli, portati da sottili peduncoli sono analoghi a quelli di *Sarmienta repens* R. et P.; però in *Mitraria* si hanno quattro stami fertili ed uno staminode, mentre in *Sarmienta* vi sono tre staminodi di lunghezza diseguale.

I fiori d'un rosso scarlatto, proterandri, come quelli di *Sarmienta*, sono visitati dal colibrì chileno *Eustephanus galeritus* Mol. (*Johow*, l. c. II, p. 28).

Anche le specie sud-americane del genere *Nematanthus* Mart. sono secondo Gould (l. c., p. 129) visitate pure dai colibri.

Columnea hirsuta, viene da Delpino indicata come ornitofila.

La pompa non comune del colore di molti fiori delle *Gesneriaceae*, che specialmente si mostra in tutte le possibili sfumature del rosso più acceso, ed il zigomorfismo, accennano, secondo Fritsch, che i fiori sono entomofili, e forse adattati ai colibri. Secondo Delpino e Ogle (ll. cc.) i fiori sono proterandri.

Fam. Lentibulariaceae.

La famiglia comprende nella nostra flora i due generi seguenti — che sono i soli europei — e la massima parte delle specie. I fiori delle Lentibulariacee sono lungamente speronati come quelli di *Linaria*, ma sempre con due soli stami.

Gen. **Pinguicula** L.

P. vulgaris L. Il lungo, sottile sperone presenta nettare in poca quantità, che secondo Sprengel (*Das entd. Geheimniss* ecc. p. 54-56) viene secreto dalla estremità stessa dello sprone. I bottoncini peduncolati, numerosi nello sprone di *P. alpina*, sono invece scarsi in questa specie, ed in luogo dei rigidi peli rivolti indietro e che in *P. alpina* impediscono all'insetto di ritirarsi prontamente dal fiore, si hanno in *P. vulgaris* dei peli flessibili, che non offrono alcun ostacolo all'insetto quando voglia abbandonare il fiore.

Secondo Müller (*Alpenbl.* p. 354) il fiore come accenna il color violetto è designato per le api (*Bienenblume*), quantunqe egli non abbia osservato che una sola ape — *Osmia coementaria* — e per una sola volta, a succiare nel fiore di *P. vulgaris*. Il labbro inferiore, trilobo, le serviva come comodo posatoio. Gli organi sessuali sono

disposti sotto il labbro superiore, bilobo; i lobi dello stimma ricoprono le antere. È la medesima disposizione che si riscontra in *Utricularia*, con la differenza che in *Pinguicula* i lobi stimmatici non sono eccitabili.

L'incrociamento è favorito come in *P. alpina*, mediante la visita degl'insetti, ma è impossibile l'autoimpollinazione.

Secondo la terminologia di Axell *P. vulgaris* ed *alpina* hanno fiori ercogami: l'autoimpollinazione è resa impossibile o difficile dai caratteristici impedimenti che si hanno nei fiori omogami o proterogini (*Warming*, Om Bygningen, ecc. 1886, p. 48; *Axell*, Om Anordningarna, ecc. p. 42, fig. 9).

Lindman (*Bidrag till Känned.* ecc. p. 80) menziona che spesso la corolla in *P. vulgaris* si presenta con tre soli lobi, mancando ora i due posteriori, ora i due laterali (Taf. IV. fig. 45): talvolta manca soltanto un lobo. Questi fiori sono più piccoli dei fiori ordinari.

Anche Warming (*Om nogle Arktiske Vaexters Biologi*, p. 37) trovò a Tromsö alcuni fiori in cui lo sprone era ridotto in varia misura, ed il numero delle parti fiorali era pure diverso; in un fiore il calice e la corolla avevano 4 pezzi ed era presente un solo stame: in un altro, in cui lo sprone era ridotto a minimi termini, i due stami erano rudimentali.

Lo stesso Warming (loc. cit., p. 33) non esclude però l'autoimpollinazione.

P. alpina L. I fiori bianchi, adorni al loro ingresso da due gibbosità fornite di peli gialli, adescano principalmente ditteri di media grossezza, i quali si cacciano interamente nel fiore e giungono con la testa fino nello sprone cavo. Questo non offre ad essi nettare, ma pare che i piccoli bottoncini unicellulari, peduncolati — che ne rivestono la superficie interna — ricoperti di delicata membrana e pieni di umore, costituiscano il mezzo che richiama i ditteri a visitare ripetutamente i fiori.

A rendere più facile all'insetto di introdursi nei fiori, servono da comodo posatoio non solo i peli gialli delle due gibbosità del labbro inferiore, ma anche i rigidi peli, incolori, con la punta rivolta indietro, e dietro le gibbosità suddette. Ma tosto che il dittero è giunto col capo nello sprone, esso rimane quasi impigliato e non fugge nemmeno se si stacca il fiore. I rigidi peli gl'impediscono di tornare indietro prontamente. Esso si ritira soltanto a poco a poco, spingendo quanto più gli è possibile il corpo in alto, che altrimenti urterebbe contro l'ostacolo formato dai peli; ciò facendo esso rasenta col dorso le antere e rialza in avanti e in alto il lobo dello stimma (non eccitabile) che le ricopre.

Ora, poichè lo stimma viene a maturità molto prima che avvenga la deiscenza delle antere, il dittero effettua — quando sia sporco del polline d'un fiore più vecchio — l'incrociamento (fra i fiori di ceppi diversi, essendo i ceppi per lo più uniflori), ogni volta che s'introduca in un nuovo fiore, giacchè rimane allora aderente al lobo inferiore dello stimma una parte di polline (Müller, *Alpenbl.*, p. 352; Hildebrand, *Bot. Zeit.* 1869, p. 505-507).

Dei 23 visitatori che Müller (loc. cit.) osservava su i fiori di questa specie, 15 sono ditteri, 9 dei quali — *Anthomyia humerella*, *Scatophaga stercoraria*, *Cheilosia pubera*, *Melanostoma mellina*, *Mel.* (spec. ?), *Platycheirus ciliger*, *Pl. fasciculatus*, *Pl. manicatus*, *Pl. melanopsis* — si comportavano nella visita del fiore nella maniera descritta.

Anche Ricca (Atti, XIV, 3) trovò *P. alpina* molto visitata da piccoli ditteri che solevano fermarsi per alquanto tempo nella cavità del fiore.

Secondo Kerner (*Vita* ecc. II, p. 349) i fiori di *P. alpina*, disposti dapprima per l'incrociamento mediante gl'insetti, si autofecondano necessariamente, qualora manchi la visita di essi. Il margine inferiore dello stimma lobato che porta il tessuto stimmatico, teso come una tenda sopra le antere foggiate a piatto, si ripiega alla fine in modo che il tessuto stimmatico venga a contatto con esse. Un fatto analogo, secondo lo stesso Kerner, si osserva anche nei fiori di *Utricularia*, e probabilmente nella maggior parte delle Utriculariacee.

P. grandiflora Lam., dalla corolla di color violaceo, secondo Mac Leod (*De Pyreneeënbloemen*, p. 47) ha fiori melittofili. Egli cita un solo coleottero — *Anthobium atrum* — trovato numeroso nello sprone.

P. villosa L., specie artica, è descritta estesamente da Warming (*Om nogle arktiske* ecc., p. 27-37). Ha fauce così stretta che può essere visitata soltanto da farfalle (forse piccole nottue?). Ma per la grandezza degli stami e la loro posizione presso allo stimma deve in particolar modo essere autogama.

Questa specie fornirebbe il secondo esempio (V. *Bartsia alpina*) di una specie artica che nella biologia del fiore si allontana dalle specie affini, *P. vulgaris* e *alpina* (Warming: *Om Bygningen*, ecc., p. 46).

P. lusitanica L. secondo Henslow si autofeconda (l. c. p. 377).

Gen. **Utricularia** L.

U. vulgaris L. Buchenau (*Bot. Zeit.* 1865, p. 93) ha fornito estese osservazioni su la struttura e lo sviluppo dei fiori di *Utricularia*, ma il meccanismo per l'impollinazione è stato descritto da Hildebrand (*Bot. Zeit.* 1869, p. 505, Taf. VI. fig. 27-37: *Weitere Beob. ü. die Bestäubungsverhaltn. an Blüthen*).

Quando il fiore si apre, stami, stilo e stimma sono completamente nascosti sotto il labbro superiore della corolla: il labbro inferiore, munito d'uno sprone nettarifero, combacia col labbro superiore, e mediante una pressione può essere abbassato. Il labbro inferiore presenta una gibbosità (nettarindice): un insetto il quale voglia giungere al nettare, abbassa il labbro inferiore (come in *Linaria vulgaris)*, e ciò facendo col capo e col dorso viene a contatto con le antere e con lo stimma, mentre lo sprone viene a pigliare una posizione verticale.

Le due antere sono portate da filamenti larghi, arcuati, e — prima che avvenga la loro deiscenza per una fenditura longitudinale — sono disposte a forma di croce.

Dietro le antere si trova l'ovario; lo stilo è più lungo degli stami, di guisa che lo stimma è più vicino delle antere all'ingresso del fiore, e quindi viene toccato prima di esse da un insetto visitatore.

Lo stimma è bilabiato: il labbro superiore è corto, dentiforme, ed addossato al labbro superiore della corolla: il suo labbro inferiore, invece, è lungo, a forma di linguetta, frangiato all'orlo e nella sua faccia superiore fornito di papille stimmatiche. Questo labbro inferiore dello stimma, dalla superficie stimmatica rivolta verso l'insetto che visiti il fiore, è eccitabile (1). Mediante uno stimolo, esercitato da contatto, si ripiega in sensa opposto, andando a combaciare contro il labbro snperiore della corolla.

Da questa descrizione delle parti è chiaro che quando un insetto posato sul labbro inferiore della corolla lo abbassa ed avanza per aprirsi l'accesso allo sprone, esso urta dapprima contro il lobo stimmatico che gli si presenta di fronte e che resta impollinato con polline straniero — qualora l'insetto abbia precedentemente visitato altri fiori — e poscia viene a contatto con le antere. Mentre è intento a succiare il nettare, il lobo stimmatico, eccitabile, in conseguenza del contatto, cangia nel modo descritto la sua posizione, ripiegandosi in alto contro il labbro superiore della corolla a cui combacia sì fortemente, che all'insetto riesce impossibile, quando si ritira dal fiore, di toccare una seconda volta contro la superficie stimmatica; è evitata in tal modo l'autoimpollinazione. Anche se l'insetto dovesse ritornare subito — ciò che sarebbe affatto contro la regola — nel fiore che ha lasciato, questo non potrebbe essere impollinato col polline da poco asportato dall'insetto stesso, poichè la superficie stimmatica rimane per lungo tempo

(1) V. pure Kerner, *Vita delle piante* II, p. 265.

sottratta completamente ad un nuovo contatto, tardando a riabbassarsi.

Data la posizione degli organi sessuali, nessuna autoimpollinazione spontanea può avvenire, mentre la loro disposizione è tale che gl'insetti, con la visita dei fiori, possono produrre eteroimpollinazione e non autoimpollinazione.

Che in molti casi, ed in molte località, gl'insetti possano mancare, si rileva dalla nota di Buchenau (loc. cit., p. 96), secondo la quale le *Utricularia* raramente portano a maturità i loro frutti.

Müller (*Befruchtung*, p. 341) riassume la nota di Hildebrand, e come lui non indica nessun insetto visitatore. Così pure Mac Leod (*Over de Bevr.* ecc. p. 207), che però designa il fiore come melittofilo.

Ma Heinsius (loc. cit. p. 78) ebbe occasione di osservare su i fiori di *U. vulgaris*, e intento a succiar nettare, *Helophilus lineatus* ed, una volta, *Rhingia campestris*. Egli pensa che i Sirfidi a lungo succiatoio sieno i fecondatori normali dei fiori, e che per la maggior parte delle api l'accesso ne sarebbe troppo stretto.

Nota pure un grado elevato d'intelligenza nei detti sirfidi (1), che sanno trovar la via al nettare in un fiore completamente chiuso. Lo stesso autore, nel rilevare come sia impossibile l'autoimpollinazione, ammette assicurata la geitonogamia o la xenogamia.

G. M. Thomson (loc. cit. p. 278) nella descrizione di *U. monanthos* che nei punti essenziali concorda con quella di Hildebrand per *U. vulgaris*, ritiene affatto impossibile che essa possa autofecondarsi, ed a motivo del suo *habitat* e posizione dei fiori la ritiene probabilmente visitata da piccole specie di ditteri.

Secondo Kerner (loc. cit. II, p. 349) l'autogamia può avvenire nei fiori di *Utricularia* nel modo descritto per *Pinguicula*.

U. minor L. a fiore giallo, sarebbe pure melittofila come la precedente (*Mac Leod*, loc. cit. p. 209).

U. neglecta Lehm. secondo Buchenau ha disposizioni fiorali analoghe a quelle di *U. vulgaris* (Bot. Zeitung 1865, p. 93 e seg.).

Dei due generi esaminati, *Pinguicula* ha fiori violacei o bianchi, omogami o proterogini, adattati alle api o a ditteri, senza stimma eccitabile. Il labbro inferiore serve da posatoio per gl'insetti. Lo sprone alla sua estremità secerne il nettare che in esso si raccoglie, o contiene piccoli bottoni peduncolati come mezzo adescativo.

(1) Vedi l'osservazione di Errera per *Pentstemon* a p. 142.

Le *Utricularia* hanno fiori gialli, ercogami, adattati a ditteri o melittofili (?), con stimma eccitabile. Il labbro inferiore addossato a quello superiore chiude l'ingresso del fiore, ma serve da posatoio agl' insetti visitatori che lo fanno abbassare mediante il loro peso: porta uno sprone nettarifero. Il labbro superiore, invece, funge da organo di protezione delle antere e dello stimma. Questo, eccitabile come si è detto, si ripiega in alto dopo il contatto provocato da un insetto.

Fiori cleistogami furono osservati in *U. clandestina* Nutt. (Kamienski).

Fam. Globulariaceae.

Gen. **Globularia** L.

I fiori, riuniti in capolino denso, globoso, secernono nettare dalla base carnosa dell'ovario.

G. vulgaris L. è proterandra. Dei quattro stami, deiscono prima le antere di quelli più lunghi, mentre le due ramificazioni stilari costituiscono ancora il prolungamento rettilineo dello stilo. Più tardi si aprono le antere degli stami più corti, e nello stesso tempo si allungano alquanto le ramificazioni stilari e divaricano. Tutte le quattro antere rivolgono i loro lati coperti di polline verso il centro del fiore, e mentre le antere degli stami più corti compiono la loro emissione pollinica, nello stesso tempo le due ramificazioni stilari completano la loro crescita e divergenza. Se le visite degl'insetti sono copiose, gli stimmi incominciano quindi ad esplicare la loro funzione quando le antere sono vuote, cosicchè in tal caso è assicurato l'incrociamento ed impedita l'autoimpollinazione: e poichè le farfalle, dopo la visita di pochi fiori, sogliono svolazzare sopra altri capolini, l'incrociamento ha luogo fra fiori di ceppi diversi. Se mancano gl'intermediari per l'incrociamento, il polline può facilmente cadere dai fiori superiori su gli stimmi dei fiori che si trovano più in basso (Müller, *Alpenbl.* p. 327).

Visitatori: *Nizoniades Tages; Halictus cylindricus, Osmia fusca*; *Meligethes* (*Müller*, loc. cit.).

Ricca (cit. da Delpino, *Ult. Oss.*, p. 177: 1875) riporta questa specie come proterogina.

G. cordifolia L. ha fiori più grandi e capolini più considerevoli (diam. 20 mm. e più) di quelli della specie precedente (diam. 12-13 mm.). In corrispondenza di ciò, mediante l'intervento dei visitatori, l'incrociamento è in questa specie maggiormente assicurato, e resa ancora più improbabile l'autoimpollinazione spontanea, in confronto della specie precedente. *Glob. cordifolia* presenta cioè una

dicogamia più pronunciata della *vulgaris*, ma è proterogina. Prima a svilupparsi è lo stilo, il quale sporge col suo stimma dal fiore ancora in boccio, ed anche nei fiori giovani sovrasta col suo stimma già maturo le antere, in principio, ancora chiuse. E dopo che queste si sono aperte, lo stilo si mantiene ancora più alto delle antere degli stami più lunghi. Ma a poco a poco i filamenti staminali si allungano in modo da raggiungere la lunghezza dello stilo o da sorpassarla di poco: cosicchè — alla fine — qualora fosse mancata la visita degli insetti e le antere conservino ancora un po' di polline, è possibile l'autoimpollinazione spontanea (Müller, *Alp.*, p. 328).

Visitatori: *Plusia gamma*, *Colias Hyale*, *Erebia Evias*, *Nizoniades Tages*, *Vanessa cardui*; *Bombus mendax*, *Halictus* (spec.?); *Rhamphomyia* (spec.?); secondo Müller (loc. cit.).

Anche Ricca (cit. da Delpino, loc. cit.), riporta questa specie come proterogina in sommo grado e visitata da bombi ed apiarie.

G. nudicaulis L. ha fiori più grandi che nella specie precedente e riuniti in capolini ancora più grandi (diam. 20-25 mm.). Concorda in quanto alle disposizioni fiorali con *G. vulgaris*, ma è proterogina.

Visitatori: *Plusia gamma*, *Vanessa cardui*, *Vanessa urticae*, *Colias Edusa*; *Halictus* (spec.?); *Eristalis tenax* (Müller, *Alpenbl.*, p. 328).

Müller (loc. cit., p. 327) ritiene le tre *Globularia* trattate come lepidotterofile, in quanto che le farfalle ne sono effettivamente i principali insetti visitatori dei fiori e gl'intermediari dell'incrociamento, ed anche per la maniera come è nascosto il nettare. Schulz però (in *Bibl. Botan.* Heft 17, p. 152) trova strano che Müller abbia osservato per *Gl. nudicaulis* soltanto un'ape (*Halictus* spec.) e due (*Halic. cylindricus*, *Osmia fusca*) per *G. vulgaris* mentre egli ha constatato che in queste due specie il numero delle api che ne visitano i fiori è di molto superiore a quello delle farfalle. Egli riguarda perciò i fiori come melittofili; ed a melittofilia accenna pure la loro colorazione (bleu, bleu-smorto), che Müller ritiene come insolita — almeno per la flora tedesca e della Svizzera — per un fiore lepidotterofilo.

Anche Mac Leod (*De Pyreneeënbloemen*, p. 48) riporta il fiore di *Gl. nudicaulis* come lepidotterofilo, e fra i visitatori dei fiori elenca *Halictus cylindricus* e *Smeathmanellus* fra gl'imenotteri; *Lycaena minima*, *Hercyna phrygialis* (numerosa) fra i lepidotteri; *Platycheirus manicatus*, *Anthomyia tetra*, *Anth. Sepia*, fra i ditteri.

Tutte le Globulariacee sono entomofile. Esse sono visitate da apidi, farfalle e ditteri (Wettstein).

Fam. ACANTHACEAE.

Gen. **Acanthus** L.

I fiori, diretti lateralmente, ricordano nella loro forma generale quelli delle Labiate, ma sono privi d'un labbro superiore sporgente. Alla funzione protettiva di questo, rispetto agli organi sessuali, supplisce il lobo superiore del calice, foggiato ad elmo e ricoprente gli stami e lo stilo. È notevole il contrasto di colori, essendo il sepalo superiore violetto, ed i petali sottoposti biancastri.

Il nettare è secreto da un disco glandoloso alla base dell'ovario e si raccoglie nel fondo del tubo, dove è difeso dagl'insetti inutili e dalle intemperie mediante un colletto di peli di cui è fornito il tubo stesso.

A. mollis L. e *spinosus* L. sono proterandri.

L'apparecchio per lo spargimento del polline, già descritto da Delpino (*Sugli appar.* ecc. 1867, p. 33; *Ulter. Oss.* I, p. 135-140) e da Hildebrand (*Bot. Zeit.* 1870, p. 652-654) ricorda quello delle *Pedicularis*.

Le antere dei due stami inferiori, i cui filamenti hanno la forma di *S*, combaciano esattamente con quelle portate dagli stami superiori, i cui filamenti sono curvati ad arco. Le antere però, anzichè biloculari come in *Pedicularis*, sono uniloculari, ed a rendere più esatta la chiusura dei sacchi pollinici contribuisce una fitta peluria di cui è guarnito il margine di ciascuna antera.

Nel primo stadio fiorale, lo stilo con lo stimma dai due lobi non ancora pienamente sviluppati, si trova dietro le antere, completamente fuori della via percorsa dagl'insetti che vengono a visitare i fiori. Gl'insetti cacciano il capo fra i filamenti, li spostano in modo da provocare l'allontanamento delle logge polliniche, e quindi la caduta del polline farinoso sul loro capo.

Questo stadio dura, secondo Delpino, 6 o 7 giorni, e si osserva che, malgrado la corolla appassisca, essa non perde nè forma, nè colore, e continua perciò ad essere visitata dagl'insetti.

Nel secondo stadio lo stilo è piegato sopra le antere e con i suoi rami stimmatici sviluppati viene a trovarsi su la via percorsa dagli insetti, e da questi viene immancabilmente impollinato col polline preso dai fiori più giovani.

A visitare i fiori di queste due specie Delpino osservò diverse specie di bombi, specialmente *Bombus italicus* e *terrestris*, e malgrado l'avvenuta impollinazione non constatò veruna formazione di frutto in *A. mollis* e soltanto una meschinissima fruttificazione in *A. spinosus*. Egli attribuisce questo fatto al trovarsi queste due specie nel

giardino di Boboli coltivate in un solo esemplare; tuttavia — osserva Hildebrand — occorrono ulteriori esperimenti per stabilire con certezza se in questo caso — come in *Corydalis cava* — la fecondazione tra fiori d'uno stesso individuo non sia coronata da successo.

Macchiati (loc. cit.) riporta quali visitatori dei fiori di *A. mollis* microditteri e *Musca* domestica.

Knuth nel giardino botanico di Kiel osservò *Bombus terrester* e *B. hortorum* (*Handb. d. Blütenb.* II, 2, p. 213).

A. longifolius Host. ha, secondo Kerner (l. c., II, p. 267), una disposizione fiorale identica a quella delle due specie precedenti. Così pure *A. ilicifolius*, di Batavia, visitato da *Xylocopa tenuiscapa* e *coerulea* (Kunth); mentre *A. niger* è in California visitato occasionalmente da colibrì (Knuth, *Handb.*, III, 2, p. 155).

Cryphiacanthus barbadensis Nees. (= *Ruellia clandestina* L.) presenta fiori cleistogami, secondo Dillenius (*H. v. Mohl*, Bot. Zeit. 1863; p. 310).

Altri generi, come *Dædalacanthus*, *Dipteracanthus*, *Aechmanthera*, *Ruellia*, *Eranthemum* (cit. da *Darwin:* Le div. forme dei fiori, ecc. trad. it. p. 211) contengono specie a fiori cleistogami.

Eranthemum ambiguum porta su uno stesso individuo tre qualità di fiori: fiori neutri, ermafroditi e casmogami, ermafroditi e cleistogami (*Scott:* Journ. of. Botany, London, new ser. vol. I, 1872, p. 161-164).

Ruellia tuberosa produce tanto fiori aperti che cleistogami, spesso portati contemporaneamente (*Darwin*, loc. cit. p. 221).

Ruellia lilacina, del Brasile, dal tubo esile fatto ad angolo retto verso la sommità, è sfingofila secondo G. E. Mattei (I. *Lepidott. e la Dicogamia*, p. 76).

Rhinacanthus communis Nees è decisamente proterandro. Nel primo stadio le antere sono innanzi all'ingresso del fiore e lo stimma non ancora sviluppato è volto in alto; nel secondo stadio le antere ripiegano verso i due lati, e lo stilo con lo stimma sviluppato si trova precisamente su la via che percorreranno gl'insetti (probabilmente farfalle), in modo da essere urtato dalla loro tromba quando l'introducono nel fiore (Delpino, *Altri appar. dicogamici recentem. osservati;* N. Giorn. Bot. It. vol. I, 4, ott. 1869, p. 55-56.

Aphelandra cristata H. B. K. ed *aurantiaca* Lindl. specie dell'America tropicale, dai fiori rosso-scarlatti o gialli, sono probabilmente visitate da colibri (Delpino, *Ult. Oss.* p. 231-232).

Thunbergia alata Boj. Gli organi sessuali sono completamente racchiusi nell'interno del tubo corollino di color violetto scuro, al quale si attacca, ad angolo retto, un lembo a cinque lobi, rotato e di color arancio. La capocchia stimmatica ha una forma particolare. Nella metà superiore essa rassomiglia presso a poco ad un cartoccio con una fessura anteriore, e la metà inferiore pure somigliante ad un cartoccio ha un'apertura più grande.

Dietro la capocchia stimmatica, ma molto più in basso, si trovano le quattro antere vicine fra loro: ognuna di esse è terminata da un rigido uncino rivolto verso la bocca del fiore, cosicchè ad un insetto che voglia penetrare nel fiore, si presentano quattro di tali uncini. Nel fondo del tubo si trova il nettare, secreto da un cuscinetto ipogino.

Quando un insetto visita il fiore, lo stimma viene urtato per il primo e poscia gli uncini delle antere; ma l'urto determina l'uscita del polline e la caduta di esso sul dorso dell'insetto.

Visitando l'insetto un altro fiore, il polline viene eraso dai margini delle aperture a cartoccio dello stimma e vi rimane aderente.

Le disposizioni per una eterogamia sono quindi manifeste: l'autoimpollinazione non può aver luogo (*Hildebrand*, Bot. Zeit. 1866, p. 285).

Nello stesso modo, secondo Kerner (Vita d. piante, II, p. 273), avviene lo scarico del polline in *Thunbergia grandiflora*. Roxb.

Questa specie, di cui Burck (*Myrmekoph. Pflanzen*, p. 99) ha dato una estesa descrizione, nel giardino botanico di Buitenzorg era visitata da numerosi individui di *Xylocopa coerulea* (O. Schmiedeknecht).

Meyenia erecta Benth. è una specie dell'Africa occidentale. I fiori stanno quasi in posizione orizzontale. Lo stimma che si trova nell'ingresso fiorale è bilobo, ma solo la sua porzione superiore, arrotolata, è capace di risentire l'azione del polline. Il lobo inferiore, invece, si presenta agl'insetti visitatori e viene da questi abbassato in modo che il lobo superiore stimmatico pervenga sul dorso dell'insetto. Ne consegue l'impollinazione, qualora l'insetto sia già sporco di polline. Penetrando l'insetto nel fiore, esso s'impollina il dorso di nuovo polline poichè le antere si trovano nel mezzo del tubo corollino e sono fornite di peli, i quali trattengono il polline già emesso. Quando l'insetto esce dal fiore, il lobo inferiore dello stimma impedisce che quello superiore venga coperto del polline del proprio fiore (*Irwin Lynch* (1), cit. da Knuth).

In *Strobilanthus* (*Goldfussia*) *anisophilla* Nees invece, secondo Morren (2), è la parte inferiore dello stimma che risente l'azione del polline, e poichè lo stilo è piegato in alto, gl'insetti visitatori vengono prima a contatto con le papille stimmatiche.

Dopo il contatto lo stilo si distende in modo da addossarsi al lato inferiore della corolla. I fiori sono in posizione orizzontale, sicchè un insetto il quale penetri nel fiore e si carichi di nuovo polline, non può lasciarne su lo stimma.

Secondo Trelease (Proc. Bost. Soc. XXI, 1882, p. 433) la dicogamia in questa specie, nativa dell'India orientale, non è constatabile; il nettare è secreto da una grossa glandola gialla sotto l'ovario, e protetto da peli e dai filamenti.

(1) *Journ. Linn. Soc. Bot.* 1881, vol. 17, pp. 145-147.

(2) *Bull. de l'Ac. des Sc. de Bruxelles*, 1831, vol. 6, pp. 69-71: *Mem. de l'Ac. des Sc. de Bruxelles*, 1838, vol. 12.

Tutta la struttura fiorale accenna ad una impollinazione entomofila, mediante bombi.

Cyrtanthera Pohliana Nees. del Brasile, secondo Stadler (lc. cit. p. 16) è debolmente proterandra.

I fiori d'un rosso carminio ricordano quelli della salvia. Il labbro inferiore è così delicato che alla più piccola pressione si piega così in basso da non offrire nessuna comoda posizione ad un insetto che voglia succiare il nettare nel fiore. Questa circostanza e la lunghezza del tubo corollino fanno supporre che i fiori sieno adattati a farfalle diurne o crepuscolari munite di lunga tromba (forse anche a Trochilidi?), le quali succiano tenendosi librate a volo.

Libonia floribunda C. Kock (= *Jacobinia pauciflora*) ha fiori tubolosi; calice quinquefido, corolla infundibuliforme, bilabiata. Il labbro inferiore ha tre incisioni, il superiore è con l'apice rivolto in alto. I fiori, nettariferi (*Meehan*, Botan. Notes, Proc. nat. sci. Philadelphia, 1886, p. 59), sono proterandri; le antere si aprono prima che sia completa la separazione dei labbri della corolla. I due stami sono lunghi quanto il labbro superiore, lo stilo filiforme raggiunge le antere. Lo stimma facilmente si applica contro le antere.

In un esemplare in vaso, venuto al mercato di Casalmaggiore da un giardino di Bozzolo (Mantova) io vidi molte corolle già cadute, le quali presentavano un foro nel basso del tubo corollino. Comperato il vaso, lo tenni in osservazione, e ne vidi i fiori visitati dalle api, senza aver potuto sorprendere nessun insetto che li forasse.

I fiori sono di un color rosso scarlatto, ma quelli giovani hanno gialla l'estremità del tubo (Scotti).

Ducke (Beob. I, p. 7) presso Parà (Brasile), in una specie dai fiori d'un rosso acceso, osservò in essi frequente la visita di un apide, *Melipona fulriventris* Guér.

Justicia L. Una specie del Sud-Africa, secondo Scott Elliot (p. 370-371) era visitata da ditteri ed imenotteri, numerosi; ed un'altra, secondo Robertson (VII, p. 65), nell'Illinois, in due giorni di luglio fu visitata da 14 apidi, 5 farfalle e 7 sirfidi.

Tutte le Acantacee sono disposte per la fecondazione mediante gl'insetti. A questa entomofilia accenna la presenza d'un disco nettarifero sotto l'ovario e di nettarindici sul labbro inferiore, come pure la sporgenza delle antere e la decisa proterandria nel maggior numero delle specie.

L'apparato vessillare è rappresentato da corolle vivacemente colorate (in rosso, giallo, bianco e bleu) e da brattee parimenti variopinte.

Il polline è farinoso e Lindau elenca più di 10 forme di granelli pollinici in questa famiglia (1).

(1) Cfr. Radlkofer L.: *Ueb. den systemat. Werth der Pollenbeschaffenheit bei den Acanthaceen*; Sitzber. d. math.-phys. kl. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. XII, 2. 1888, pp. 256-314; Bot. Centralbl. 17, 1884, p. 7.

Le specie a fiori rossi o gialli del Brasile devono la loro impollinazione principalmente ai colibrì, tuttavia non è esclusa la visita delle api. Nelle specie sud-africane o sud-asiatiche occorrono occasionalmente anche le visite delle *Nectarinia*.

Volkens (cit. da Lindau) riferisce che *Asystasia gangetica* (L.) fiorisce soltanto di notte ed emana, in conseguenza, un profumo pronunciatissimo.

Fiori cleistogami sono noti presso parecchie specie.

BIBLIOGRAFIA

Armstrong J. B. — *A Synopsis of the Zealand species of « Veronica » with notes of a new species;* Trans. N. Zeal. Institute, XIII, pp. 344-659; 1880.

Ascherson P. — *« Linaria spuria » mit unterirdischen Blüten und Fruchten;* Verhandl. bot. Ver. Brandenburg, XXVII, p. 21; 1885.

— *Einige biologische Eigentümlichkeiten der Pedaliaceen;* Verh. bot. Ver Brandenburg, XXX, pp. II-IV; 1888.

Aurivillius Ch. — *Insectlifvet i arktiska Länder;* Stockholm, Tryckt i Central. Tryckeriet, 1884.

Axell S. — *Om Anordningarna för de fanerogama växternas befruktning;* Stockholm, Haeggström, 1869.

Batalin A. — *Beobachtungen über die Bestäubung einiger Pflanzen;* Bot. Zeitung. 1870.

Battandier J. A. — *Considérations sur les plantes herbacées de la flore estivale d'Alger;* Bull. d. l. soc. scientif. algérienne, pp. 53-64; Alger, 1880.

Beal W. J. — *The agency of insects in Fertilisation;* Am. Naturalist XIV, 3, p. 201; 1880.

— *Some notes of Freshmen;* Botan. Gazette VIII, 2, p. 171; 1883.

Beck v. Mannagetta, G. — *« Orobanchaceae » Engler und Prantl., Natürl. Pflanzenfam.;* IV, 36, p. 127; Ref.: B. Jb. 1893, I, p. 336.

Belt Th. — *The Naturalist in Nicaragua;* London, 1874.

Berry E. W. — *Insect visitors of « Scrophularia leporella » Bicknell;* Torreya III, pp. 8-9; 1903.

Burk W. — *On the irritable stigmas of Torenia Fournieri and Mimulus luteus and on means to prevent the germination of foreign pollen on the stigma;* Bot. Centralblatt, 1902.

— *Beiträge zur Kenntniss der Myrmecophilen Pflanzen und der Bedeutung der extranuptialen Nectarien;* Ann. d. Jard. bot. de Buitenzorg X, pp. 75-144; 1891; Ref.: R. Jb. 1891, I, p. 407; B. Centralbl. Bd. L, p. 302.

Cheeseman. — *Fertilization of Glossostigma;* Nature, XVII 878, p. 163.

Clarence M. Weed. — *The fertilization of Pedicularis canadensis;* Amer. Naturalist XVIII, 8, 1884.

Cockerell T. D. A. — *Insects attracted by « Solanum »;* Nature, 1893, p. 438; Ref.: B. Jb. 1893, I, p. 340.

— *Notes on New-Mexican Flowers and their insect visitors;* Bot. Gazette XXIV, pp. 104-107; 1897.

COMES O. — *Ulteriori studi sulla impollinazione delle piante;* Rendic. R. Ac. d. sc. fis. e mat. di Napoli, fasc. 2°, febbr. 1879.

CORRENS C. — *Zur Biolog. und Anat. der Calceolaria-Blüthe*; Prings. Jahrb. XXII, 1891, pp. 241-252; Bot. Centr. 52, p. 442.

CRUGNOLA G. — *Le pedicolari del Gran Sasso d' Italia;* Teramo, G. Fabbri, 1891.

DARWIN C. — *Gli effetti della fecondazione incrociata e propria;* Torino, 1878.

— *Le diverse forme dei fiori in piante della stessa specie;* Torino, 1878.

— *Fritz Müller on Flowers and Insects;* Nature XVII, p. 78, 1878; Ref.: B. Jb. V, p. 748.

DE BONIS A. — *Sopra alc. fiori cleistogami;* Bull. Soc. bot. Ital. 1895, p. 21.

DELPINO F. — *Sugli apparecchi della fecondazione nelle piante antocarpee;* Firenze. 1867.

— *Alcuni appunti di geografia botanica;* Boll. Soc. Geogr. It., 1869.

— *Altri apparecchi dicogamici recentemente osservati;* N. Giorn. Bot It., I. 1869.

— *Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla Dicogamia nel regno vegetale;* Milano 1868-69; 1870; 1873-74.

— *Funzione mirmecof. nel regno vegetale;* Mem. R. Acc. Scienze. Bologna 1886-89.

DE VRIES H. — *Bestuivingen van Bloemen door Insekten;* Amsterdam Jan. 1875.

DOUGLAS J. W. — *Notes on some bees and the flowers of Snapdragons;* Entomol. Monthly Magaz. XXIII, 1886.

DUCKE A. — *Beobachtungen über Blütenbesuch, Erscheinungszeit etc. der bei Parà vorkommenden Bienen;* I, Zeitsch. f. systemat. Hymenopterol. und Dipterologie, 1901, pp. 1-8, 49-67; II, Allgem. Zeitsch. für Entomologie, Bd. VII, 1902, pp. 321-326, 390-368, 490-405, 417-422.

EKSTAM O. — *Einige blütenbiologische Beobachtungen auf Novaja Semlja;* Tromsö Museums Aarshefter, 18; 1895.

ERRERA L. et GEVAERT G. — *Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs;* Gand, 1879.

FAIVRE E. — *Note sur le pollen et le mécanisme de la fécondation chez les « Gloxinia »*; Bull. Soc. Bot. de France VII, (1860), pp. 772-774.

FINK BRUCE. — *Pollination and reproduction of « Lycopersicum esculentum »;* Minnesota Bot. Stud. Bull. IX, p. 636; 1896; Ref.: B. Jb. 1896, I, p. 132.

FISCH E. — *Beiträge zur Blütenbiologie;* Bibliotheca Botanica. Stuttgart, Heft 48, 1899.

FOCKE W. O. — *Hummeln und Taback;* Kosmos, IV, 1880; Bot. Jahresb. 1879.

FRANCKE A. — *Einige Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen der Pflanzen;* Halle a. S., Plötz'sche Buchdruckerei, 1883.

FRIES R. F. — *Beiträge zur Kenntniss der Ornithophilie in der südamerikanischen Flora;* Arkiv f. Botanik utgiv. af K. Svensk. Vet. Akad. Bd. I, 1903, pp. 389-439.

FRITSCH K. — *« Gesneriaceae »;* Engler u. Prantl Natürl. Pflanzenf. IV, 36, p. 139; Ref.: B. Jb. 1893, I, p. 342.

FULTON T. W. — *The inflorescence, floral structure and fertilization of « Scrophularia aquatica » and « S. nodosa »;* Transact. and Proceed. of the botan. Society Edinburgh, vol. XVI.

GOULD J. — *Introduction to the Trochilidae or family of Hummingbirds;* London, 1861.

GRAY-ASA — *Fertiliz. of. « Scrophularia nodosa »*: Ann. of. Botany IX. 1871, p. 375.

— *Fertil. of « Browallia elata »*; Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1878, pp. 11-13.

HANSGIRG H. — *Phytodynamische Untersuchungen;* (Vorläuf. Mitteil.): Oesterr. bot. Zeitschr. 1890, n. 2.

— *Ueber die Verbreitung der reizbaren Staubfäden und Narben etc.;* Bot. Centralbl. 1891, n. 3.

HARGER B. E. — *Sensitive Stigmas of « Martynia »;* Bot. Gaz. VIII, 4, p. 208: 1883.

HARRIS J. A. — *The dehiscence of Anthers by Apical pores;* Sixteenth Ann. Report of the Missouri Bot. Garden, Mai, 31, 1905.

— and KUCKS O. M. — *Observations on the pollination of « Solanum rostratum » Dun. and « Cassia Chamaecrista » L.*; Kansas Univ. Sci. Bull. I (1902) pp. 15-41.

HEINSIUS H. W. — *Eenige Waarnemingen en Beschouwingen over de Bestuiving van Bloemen der Nederlandsche Flora door Insecten;* Bot. Jaarboeck, IV, Gent, 1892.

HENSLOW Rev. G. — *On the Self-Fertilization of Plants;* Trans. Linn. Soc., Ser. 2, Botany, I, 1877, pp. 317-398.

HILDEBRAND F. — *Ueber die Vorrichtungen an einigen Blüthen zur Befruchtung durch Insektenhülfe;* Bot. Zeitung, n. 10, 1866.

— *Die Geschlechter-Vertheilung bei den Pflanzen;* Leipzig, W. Engelmann. 1867.

— *Federico Delpino's Beobachtungen über die Bestäubungsvorrichtungen bei den Phanerogamen;* Bot. Zeitung, n. 34, 35, 36; 1867.

— *Weitere Beobachtungen über die Bestäubungsverhältnisse an Blüthen;* Bot. Zeitung, n. 29-31, 1869.

— *Ueber die Wechselbeziehungen in der Verbreitung von Pflanzen und Thieren, von F. Delpino;* Bot. Zeitung, n. 47-48, 1869.

— *F. Delpino's weitere Beobachtungen über die Dichogamie im Pflanzenreich;* Bot. Zeitung, n. 37-42, 1870.

HOFFER ED. — *Beobachtungen über blütenbesuchende Apiden. I. Die Blütenbesucher von « Solanum Dulcamara L. »*; Kosmos, Bd. II, Heft 2, 1885; Ref. Bot. Centralblatt, XXIII, 1885.

HOLM TH. — *Novaja-Zemljas Vegetation, saerligt dens Phanerogamer;* Dijmphna-Togtets zoologisk-botaniske Udbytte, Kjöbenhavn, 1885.

INGEN GILIB. VAN. — *Humble-Bees and Petunia;* Bot. Gazette, XII, 1887.

— *Bees mutilating Flowers;* Bot. Gaz. XII, 1887.

JOHOW F. — *Zur Bestäubungsbiologie chilenischer Blüten;* I. Ref. B. Centralbl. Bd. 85 (1901), p. 210; II, Bot. Centralbl. 89 (1902), pp. 116-117.

JUEL H. O. — *Ueber den Mechanismus der « Schizanthus- » Blüte:* Ref.: B. Centralbl. Bd. 63, p. 24; B. Jb. 1894, I, p. 276.

KAMIENSKI F. — *« Lentibulariaceae »;* Engl. u. Pr. Natürl. Pflanzenf. IV, 36, p. 115; Ref.: B. Jb. 1893, I, p. 349.

KEENER A. E. — *« Collinsia biccolor »*; Bot. Gaz. XX, 1895, p. 232.

KERNER VON MARILAUN. — *Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste;* Innsbruck, Universitäts-Buchhandlung, 1879.

— *Ueber die Bestäubungseinrichtungen der Euphrasien;* Verhandl. d. K. K. zool. botan. Gesellschaft, Wien, Bd. XXXVIII, 1888.

— *Vita delle piante, II;* Torino, 1895.

KIRCHNER O. — *Neue Beobachtungen über die Bestäubungseinrichtungen einheimischer Pflanzen;* Stuttgart, 1886.

— *Flora von Stuttgart und Umgebung, mit besonderer Berücksichtigung der pflanzenbiologischen Verhältnisse;* Stuttgart, E. Ulmer, 1888.
— *Beiträge zur Biologie der Blüthen;* Stuttgart, 1890.
Kitchener F. E. — *On Crossfertilization as aided by a sensitive motion on « Musk » and « Archimenes »;* Journ. of Bot. II, 1873, p. 101; rés. in Am. Nat. VII, 1873, p. 478.
Kjellman F. R. — *Ur polarväxternas lif;* A. E. Nordenskiöld, studier och forskningar etc., Stockholm, 1883.
Knuth P. — *Die Bestäubungseinrichtungen der Orobancheen von Schleswig-Holstein;* Botan. Jaarboek, III, Gent, 1891.
— *Blüthenbiologische Beobachtungen auf der Insel Capri;* Bot. Jaarb. V, Gent, 1893.
— *Blüthenbiologische Herbstbeobachtungen;* Bot. Centralblatt, 1892.
— *Blumen und Insekten auf den Nordfriesischen Inseln;* Kiel und Leipzig, Lipsius und Tischer, 1894.
— *Beiträge zur Biologie der Blüten;* II, (Antirrhinum Orontium L.), B. Centralbl. Bd. 71, pp. 433-435.
— *Handbuch der Blütenbiologie;* Leipzig, W. Engelmann, 1899.
Koorders S. H. *Ueber die Blütenknospen-Hydathoden einiger tropischen Pflanzen;* Ann. du Jard. de Buitenzorg XIV, 1897, pp. 354-469.
Kraus Gr. — *Wasserhaltige Kelche bei « Parmentiera cereifera Seem. »;* Flora 81. 1895, pp. 435-437.
Lagerheim G. de. — *Zur Biolog. der « Jochroma macrocalyx » Benth.;* Ber. d. bot. Gesells. IX, 10, 1891, p. 348.
— *Monographie der ecuadorianischen Arten der Gattung « Brugmansia » Pers.;* Engl. Bot. Jahrb. XX, 1895, pp. 665-668.
— *Ueber die Bestäubungs- und Aussäungseinrichtungen von « Brachyotum ledifolium »:* Bot. Notiser 1899, pp. 105-122; Ref.: B. Centralbl. Bd. 80, pp. 78-82; B. Jb. II, 1899, pp. 450-451.
Leclerc Du Sablon. — *Recherches sur les fleurs cléistogames;* Revue génér. de Botanique XII, 1900.
Lee Cl. W. — *Notes on « Glossostigma elatinoides » Benth.;* Trans. of the N. Zeal. Institute XXI, Wellington 1889, p. 108; Ref.: B. Centralbl. XLIV, p. 229; B. Jb. 1889, I, p. 539.
Lindau G. — *« Acanthaceae »;* Engl. u. Pr. Natürl. Pflanzenf. IV, 36, pp. 280, 283, 285; Ref.: B. Jb. 1895, I, p. 94.
Lindman C. — *Blühen und Bestäubungseinrichtungen im Skandinavischen Hochgebirge;* Bot. Centralblatt XXX, 1887.
— *Bidrag till kännedomen om skandinaviska fjellväxternas blomming och befruktning;* Stockholm, Norstedt und Söner, 1887.
— *Ueber die Bestäubungseinrichtungen einiger skandin. Alpenpflanzen:* Bot. Centralblatt, Bd. XXXIII, 1888.
Loew E. — *Die Veränderlichkeit der Bestäubungseinrichtungen bei pflanzen derselben Art;* Humboldt, VIII, 1889.
— *Blüthenbiologische Beiträge,* I, II; Jahrb. für wissensch. Botanik Bd. XXII, XXIII, 1890-91.
— *Blütenbiologische Floristik;* F. Enke, Stuttgart, 1894.
— *Einführung in die Blütenbiologie auf historischer Grundlage;* Berlin, 1895.
— *Die Bestäubungseinrichtung von « Pentastemon Menziesii Hook » und verwandter Arten; Sond. Abd. aus der Festschr. zu P. Ascherson's siebzigst. Geburtstage,* Berlin, Borntraeger, 1901.

LOWELL J. H. — *The insect visitors of flowers;* Bull. Torrey Bot. Club XXV, 7, 1898, pp. 382-390; Ref.: B. Jb. 1898, II, p. 413.

LUBBOCK S. J. — *On british wild flowers considered in relation to insects;* London, Macmillan and Co., 1903.

— *Flowers, Fruits and Leaves;* London, 1896.

LUDWIG F. — *Weitere biologische Mittheilungen;* Bot. Centralblatt, VIII, 1881.

— *Die Gynodiöcie von « Digitalis ambigua Murr. » und « Dig. purpurea L. »;* Kosmos, I, 1885.

— *Lehrbuch der Biolog. der Pflanzen;* Stuttgart, F. Enke 1895.

LUNDSTRÖM A. N. — *Pflanzenbiologische Studien, 2. Die Anpassungen der Pflanzen an Thiere;* Upsala, 1887.

LYNCH, R. IRWIN. — *On the mechanism for the Fertilization of « Meyenia erecta » Benth.;* Journ. Linn. Soc. Bot. XVII, 1880, p. 145.

MACCHIATI L. — *Catalogo dei pronubi delle piante;* N. Giorn. Bot. It., XVI, 4, 1884.

MAC LEOD J. — *De Pyreneeëmbloemen;* Gent. 1891.

— *Over de Bevruchting der Bloemen* ecc.; Gent. 1894.

MANN, B. PICKMAN. — *Xylocopa perforating a corolla-tube;* Psyche, III.

MARLOTH R. — *Die Ornithophilie in der Flora Südafrikas;* Ber. der deutsch. bot. Gesells. XIX, 3, 1901, pp. 176-179; Ref.: B. Centralbl. Bd. 87, p. 145.

MARTELLI U. — *On the cause of the fall of the Corolla in « Verbascum »;* Journ. Linn. Society XXX, 1894.

MASTERS M. T. — *Cleistogamous Flowers in « Scrophularia arguta »;* Vegetable Teratology, London, 1869.

MATTEI G. E. — *I Lepidotteri e la Dicogamia;* Bologna, Azzoguidi, 1888.

MAURY P. — *Observations sur la pollinisation et la fécondation des « Verbascum »;* Bull. Soc. botan. de France, XXXIII, 6, 1887.

MEEHAN TH. — *Fertilisation of Flowers by Insect Agency;* Proc. Phil. Acad. XXVII, 1876.

— *On the movement in the stigmatic lobes of « Catalpa »;* Proc. Am. Assoc. Ad. Sc. 1873, Salem 1874, p. 72.

— *Contributions to the life-histories of plants;* Ref.: B. Jb. 1891, I, p. 420.

MERRITT A. J. — *Notes on the pollinisation of some Californian mountains flowers;* Erythaea, V, p. 20.

MORREN C. F. A. — *Recherches sur le mouvement et l'anatomie du style du « Goldfussia anisophylla »;* Bull. d. l'Ac. Sc. de Bruxelles, VI, p. 69, 1831.

MÜLLER H. — *Die Befruchtung der Blumen durch Insekten;* Leipzig, Engelmann, 1873.

— *Die Insekten als unbewüsste Blumenzüchter;* Kosmos 1878, Heft 4-5-6, Bd. III.

— *Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen durch Insekten;* Verh. d. Nat. Ver. XXXIX, 4 Folge, IX Bd; Bonn 1878-82.

— *Bezichungen swischen Pflanzen und Thiere;* Bot. Jahresb. V, pp. 732-755.

— *Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten;* Schenk, Handbuch der Botanik.

— *Alpenblumen* ecc.; Leipzig, Engelmann, 1881.

— *Arbeitsteilung bei Staubgefässen von Pollenblumen;* Kosmos VII, 4, 1883.

OGLE W. — *The Fertilization of some plants;* Pop. Sc. Review, IX, pp. 45-56, 1870.

OLIVER F. W. — *On the floral Biology of « Episcia maculata »*; Ref.: B. Jb. 1890, I, p. 503.

PAMMEL L. H. — *Perforation of flowers;* Trans. of. the St. Louis Acad. of Science, V. 1, 1888.

PANDIANI A. — *I fiori e gl' insetti;* Genova, Ciminago, 1904.

PASQUALE F. — *Sulla impollinazione nel « Pentstemon gentianoides Lindl. »*; Atti Congr. bot. internaz., Genova, 1892.

PENZIG O. — *Note di Biolog. vegetale;* Malpighia VIII, pp. 466-475; Ref.: B. Jahrb. 1894, I, 2, p. 286.

PONZO A. — *L'autogamia nelle piante fanerogame;* Bull. Soc. Bot. Italiana, 12 marzo 1905; III, l. c. Giug. 1906.

PRUNET A. — *Contributions à l'étude des relations entre les plantes et les insectes*; Rev. gén. de Botanique IV, 1892, p. 145.

RATHAY E. — *Ueber nectarabsondernde Trichome einiger Melampyrum-Arten;* Sitzb. d. K. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXXI, I Abt., Febr. Heft, Jahrg. 1880.

REED MINNIE. — *Cross-fertilisation of Petunias;* Bot. Gaz. XIX, 1894, p. 336; Ref.: B. Jb. 1894, I, 3, p. 289.

RICCA L. — *Osservaz. sulla fecondaz. incrociata dei vegetali alpini e subalpini;* Atti Soc. it. di Sc. nat., v. XIII, 3; XIV, 3.

RIZZATTI F. — *La Calceolaria;* Natura ed Arte, Vallardi, Milano, fasc. 16, V, 1895-96.

ROBERTSON Ch. — *Flow. Ins. Asclep. to Scrophul;* Trans. St. Louis Ac. Sci. V. (1881), pp. 590-591.

— *Flowers and Insects;* I-XVII in Bot. Gazette XIV-XXII, XXV, XXVIII.

— *The philosophy of flower seasons and the phaenological relations of the entomophilous Flora and the antophilous insect fauna;* Am. Naturalist XXIX, 2, 1895, pp. 97-117; Ref.: B. Jb. 1895, I, p. 102.

ROBINSON WIRT. — *A Trip after « Papilio homerus »;* Entomol. News XIV, 1903, pp. 17-21.

RYDER J. A. — *Bees gathering Honey from the Catalpa;* Am. Nat. XIII, 10, 1879, p. 648.

SCHNECK J. — *Proterogyny in « Datura meteloides »;* Bot. Gazette, XII, 1887. pp. 223-224.

— *Mutilation of Flowers by Insects;* Bot. Gazette, XIII, p. 39.

— *Further notes on mutilation of flowers by Insects;* Bot. Gaz. XVI, 11, p. 312.

SCHROTTKY C. — *Biolog. Notizen solitärer Bienen von St. Paulo (Brasilien);* Allg. Zeitschr. f. Entom. VI, 1901, N. 14-15, pp. 209-216; Ref.: B. Centralbl. Bd. 88 (1901), p. 375.

SCHULZ A. — *Beitr. zur Kenntniss der Bestäubungseinricht. und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen;* Bibliotheca Botanica, Cassel, Heft 10 (1888), 17 (1890).

SCHUMANN K. — *« Bignoniaceae ». Engl. u. Prant, Nat. Pflanzef;* IV, 36, 1894; Bot. Jahresb. 1894, I, 3, p. 292.

SCOTT ELLIOT G. F. — *Ornithophilous Flowers in South-Afrika;* Ann. of Bot. IV, N. XIV, pp. 265-280; Ref.: B. Centr. Bd. 46, p. 161.

— *Notes on the Fertilization of South-Afrikan and Madagascar flowering plants;* Ann. of Bot. V, 1890-91, pp. 333-404; Ref.: B. Jb. 1891, I, p. 433.

SPRAGUE G. — *The fertilization of the Trumpet Creeper « Tecoma radicans »;* Bot. Gazette, VI.

SPRENGEL K. C. — *Das entdekte Geheimniss* ecc., Berlin, 1793.

STADLER S. — *Beiträge zur Kenntniss der Nectarien und Biologie der Blüthen. Inaug. Dissert.;* Berlin, Friedländer. 1886.

STAPF O. — « *Martyniaceae* »; Eng. u. Pr. Natürl. Pflanzenf. IV, 36, p. 267; Ref.: B. Jb. 1895, I, p. 106.

— « *Pedaliaceae* » *l. c.* p. 256; Ref.: B. Jb. 1895, I, p. 106.

THOMSON G. M. — *On the Fertilization of New Zealand flowering Plants;* Trans. N. Z. Institute, 1880.

TODD J. E. — *On certain Contrivances for Crossfertilization;* Am. Nat. XIII, 1, 1879, pp. 1-6.

— *On the Flowers of « Solanum rostratum » etc.;* Am. Nat. XVI, 4, p. 181; 1882.

TRABUT M. L. — *Fleurs cléistogames et souterraines chez les Orobanchées;* Bull. soc. bot. de France, XXXIII, 1887.

TRELEASE W. — *The fertilization in « Scrophularia »*; Bull. Torrey bot. Club, VIII, 12, 1881.

— *On the structures which favour crossfertilization in several plants;* Proc. Boston Soc. nat. history XXI, 1882, March 15, pp. 410-440; Ref.: (Ludwig) B. Centr. XIV, 1883, pp. 107-111.

— *Myrmecophilism;* Psyche, 1889, Febr.-March.

TREUB M. — *Les bourgeons floraux du « Spathodea campanulata »:* Beauv.: Ann. Jard. bot. de Buitenzorg VIII, 1889, pp. 38-46.

URBAN J. — *Zur Biologie der einseitswendigen Blütenstande;* Ber d. deut. bot. Gesells. 1885, Bd. III, H. 10.

URBAN J. — *Studien über die « Scrophulariaceen »-gattugnen « Hysanthes, Bonnaya, Vandellia und Lindernia »;* Ber. d. deuts. bot. Gesells. II, pp. 429-442.

VAUCHER. — *Histoire phys. des plantes d' Europe*, Paris, 1841.

VERHOEFF C. — *Biologische Beobachtungen auf der Ostfriesischen Insel Norderney über Beziehungen zwischen Blumen und Insekten;* Abhandl. Naturwiss. Verein zu Bremen, Bd. XII.

WARMING E. — *Om nogle arktiske vaexters Biologi;* Stockholm, Norstedt, 1886.

— *Om Bygningen og den formodede Bestövningsmaade af nogle grönlandske Blomster;* Kjöbenhavn, Bianco Lunos Kgl. Hof. Bogtrykkeri, 1886.

WARNSTORF C. — *Blütenbiologische Beobachtungen aus der Ruppiner Flora im Jahre 1885;* Abh. d. bot. Ver. f. Brandenburg XXXVIII, 1896, pp. 15-63.

WETTSTEIN R. v. — « *Solanaceae* »; Engl. u. Pr., Natürl. Pflanzenf. IV, 36, pp. 8-9; Ref.: B. Jb. 1891, I, p. 442.

— « *Scrophulariaceae* » *l. c.* p. 46; Ref.: B. Jb. *l. c.* p. 443.

— « *Globulariaceae* » *l. c.* p. 271; Ref.: B. Jb. 1895, I, p. 110.

WILLIS J. C. — *The present position of floral Biology;* Science Progress vol. IV, Nov. 1895, p. 9.

WILSON A. S. — *On the association of an inconspicuous corolla with proteroginous Dichogamy in Insect-fertilized Flowers;* Rep. British. Assoc. Adv. Sci. 1878, 564-7; Abstract: Journ. of Botany. 1878, XVI, n. s. VII, 314-315.

ZODDA G. — *I fiori e le mosche;* Atti e Rendic. Acc. Dafnica di Acireale, 1902

Casalmaggiore (Cremona), luglio 1906.

Ricerche di morfologia e fisiologia eseguite nel Regio Istituto Botanico di Roma

XII. — Meccanismo di secrezione degli enzimi

di Enrico Pantanelli

II.

Ulteriori ricerche sull'influenza dei colloidi su la secrezione e l'azione dell'invertasi.

1. — Azione di diversi colloidi.

Nel lavoro precedente abbiamo visto (1), specialmente per la gomma arabica, che i colloidi frenano la secrezione dell'invertina nei lieviti e nel *Mucor stolonifer*, ciò che è dovuto ad una diminuzione della permeabilità cellulare in presenza dei colloidi. Ulteriori esperienze, nelle quali ho adoperato oltre la gomma, il peptone e la gelatina, anche la silice, l'amido solubile e l'agar-agar confermano questo fatto. La metodica è rimasta quella che ho descritto nel lavoro precedente. Ricorderò, che i dati di zucchero (hexosio riduttore) sono tutti in mg. di CuO per 10 cmc. di liquido originale, ed egualmente per l'invertasi è indicata (in mg. di CuO) la quantità di saccarosio che 10 cmc. di liquido originale hanno invertito in un'ora a 56° per i funghi, a 57° per i lieviti, stando a contatto con 10 cmc. di saccarosio al 40°/₀. Con questo sistema è reso assai facile al lettore il confronto fra i diversi dati; egli potrà facilmente risalire alla quantità di zucchero che esisteva nei saggi, moltiplicando i dati per 0. 8, cioè riducendoli in Cu, e cercando poi nelle tabelle di Allihn o di Pflüger a quanti mg. di glucosio corrisponde il rame

(1) Meccanismo di secrezione degli enzimi. I. Influenza dei colloidi su la secrezione dell'invertasi. Annali di Botanica, vol. III, p. 113 (1905).

così calcolato. Le frazioni aggiunte fra parentesi indicano la quantità di CuO realmente pesata, rappresentano cioè la diluizione fatta del liquido originale per portare la concentrazione dello zucchero riduttore ad 1 %, circa, come è necessario per una esatta titolazione secondo il metodo di Fehling-Allihn.

a) *Peptone.*

Per il peptone abbiamo visto nel lavoro precedente, che esso frena notevolmente la produzione e la secrezione dell'invertasi nel lievito Chianti, mentre ne facilita lo sviluppo e la fermentazione. Ho ripetuto l'esperienza con *Mucor stolonifer.*

Ogni cultura ricevette 200 cmc. della soluzione solita (l. c. p. 120) e 25 cmc. mosto d'uva; a *B* furono aggiunti 5 g. di peptone secco (2. 5 %). In termostato a 25° C. Durata: 12-20 dicembre 1905.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero totale	Zucchero hexosio	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
Prima della semina . . .	5. 8	3120 $\left(\frac{1}{40}\right)$	250 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2870	—	—
Dopo la semina:		**A.**				
4 giorni	5. 0	2250 $\left(\frac{1}{20}\right)$	610 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1640	660 $\left(\frac{1}{10}\right)$	50
6 »	4. 0	1950 $\left(\frac{1}{20}\right)$	1475 $\left(\frac{1}{25}\right)$	475	2228 $\left(\frac{1}{20}\right)$	753
8 »	4. 2	1452 $\left(\frac{1}{20}\right)$	1314 $\left(\frac{1}{10}\right)$	138	1976 $\left(\frac{1}{20}\right)$	162
		B.				
4 giorni	4. 0	1866 $\left(\frac{1}{20}\right)$	340 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1526	342 $\left(\frac{1}{2}\right)$	2
6 »	5. 0	1570 $\left(\frac{1}{20}\right)$	608 $\left(\frac{1}{40}\right)$	962	1310 $\left(\frac{1}{10}\right)$	702
8 »	5. 4	1380 $\left(\frac{1}{20}\right)$	1072 $\left(\frac{1}{8}\right)$	308	1480 $\left(\frac{1}{10}\right)$	408

Alla fine dell'esperienza i micelii vennero trattati nel modo solito (l. c. p. 123) e con i seguenti risultati:

Micelio.

	Porzione seccata	Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
A	0. 189 g.	1. 284 g.	1. 473 g.	$\frac{B}{A} = 1.157$	1. 107 g.
B	0. 242 »	1. 463 »	1. 705 »		1. 2892 »

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A. . .	4688 $\left(\frac{1}{40}\right)$	5376	46390	$\frac{A}{B} = 1.316$
B. . .	3900 $\left(\frac{1}{50}\right)$	4543	35250	

Il *Mucor stolonifer* si è dunque comportato come il lievito Chianti: la presenza di peptone ha diminuito la produzione e la secrezione dell'enzima, mentre ha favorito lo sviluppo del micelio.

b) *Gelatina.*

Le esperienze pubblicate nel lavoro precedente (p. 136-139) mostrano che la gelatina non ha influenza su la secrezione nè su la produzione dell'enzima, mentre favorisce lo sviluppo nel *Mucor stolonifer*, lo diminuisce leggermente nel *Sacch. ellipsoideus.*

Siccome l'anno scorso adoperavo una gelatina al 25 % « tenuta lungo tempo (10-12^h) a bagno-maria per saponificarla ed impedirne la successiva gelatinazione », così ho ripetuto l'esperienza con gelatina più viscosa, non tenuta a bagno-maria.

Esperienza con lievito Chianti, Nr. 31.

Ognuna delle due culture *A* e *B* conteneva 300 g. di acqua, 3 g. di nitrato d'ammonio, 1.5 g. di KH_2PO_4, 1. 5 g. di $MgSO_4 + 7$ aq., 30 g. di saccarosio crist. A B furono agg. 9 g. di gelatina (3%). In ogni cultura furono seminati 0. 8372 g. di lievito fresco (0.2093 g. di lievito secco) preparato e lavato nel modo solito. Temperatura della stanza. Durata: 17-22 dicembre 1905.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	CO_2 svolto — g.	Acidità — cmc $^1/_{10}$ norm.	Zucchero totale	Zucchero riduttore	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
Prima della semina	—	5.4	2620 $\left(\frac{1}{40}\right)$	0	2620	—	—
Dopo la semina:			**A.**				
2 giorni	2.22	4.5	1984.2 $\left(\frac{1}{20}\right)$	695 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1299.2	1484 $\left(\frac{1}{10}\right)$	789
3 »	5.40	6.0	779 $\left(\frac{1}{10}\right)$	424.2 $\left(\frac{1}{2}\right)$	354.2	1057 $\left(\frac{1}{10}\right)$	632.8
			B.				
2 giorni	2.44	8.0	1874 $\left(\frac{1}{20}\right)$	1120 $\left(\frac{1}{8}\right)$	734	1802 $\left(\frac{1}{10}\right)$	642
5 »	4.86	9.0	868.8 $\left(\frac{1}{4}\right)$	521 $\left(\frac{1}{2}\right)$	347.8	1106 $\left(\frac{1}{10}\right)$	585

Il lievito fu alla fine lavato per decantazione con 400 cmc. di acqua sterile, poi quello di *A* fu ridotto a 50 cmc., quello di *B* a 25 cmc. Di ognuno 10 cmc. servirono a la determinazione dell'invertina interna e gli altri furono raccolti su filtro, asciugati e pesati.

Sviluppo del lievito.

	Semina secca	Semina fresca	Raccolta secca	Raccolta fresca	Rapporto	Aumento secco	Aumento fresco	Rapporto
A. .	0.2093 g.	0.8372 g.	0.4513 g.	1.7252 g.	$\frac{A}{B} = 1.02$	0.2280 g.	0.9120 g.	$\frac{A}{B} = 1.066$
B. .	0.2093 »	0.8372 »	0.4232 »	1.6928 »		0.2139 »	0.8556 »	

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	1650 $\left(\frac{1}{10}\right)$	4950	38210	$\frac{B}{A} = 1.6$
B.	2583 $\left(\frac{1}{10}\right)$	6457.5	61170	

Anche la gelatina frena la secrezione dell'enzima nel lievito, purchè sufficientemente viscosa, non però la produzione interna. Con questa constatazione sta d'accordo l'altro fatto ben noto, che i lieviti si sviluppano assai male su gelatine al saccarosio, evidentemente per la grande difficoltà d'inversione del saccarosio esterno.

Esperienza con *Mucor stolonifer*.

Ogni cultura ricevette 200 cmc. del solito liquido nutritivo addizionato di mosto, solo che a *B* furono aggiunti 6 g. di gelatina (3 %). Temper.: 25°. Durata: 9-18 gennaio 1906.

Variazioni del liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	hexosio	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina . . .	5.8	3160 $\left(\frac{1}{40}\right)$	425 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2735	—	—
Dopo la semina:		**A.**				
4 giorni	5.2	2458 $\left(\frac{1}{10}\right)$	675 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1783	748 $\left(\frac{1}{4}\right)$	73
9 »	5.6	1816 $\left(\frac{1}{10}\right)$	718 $\left(\frac{1}{4}\right)$	1098	1112 $\left(\frac{1}{10}\right)$	394
		B.				
4 giorni	8.7	2536 $\left(\frac{1}{10}\right)$	321 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1215	322 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1
9 »	9.2	1708 $\left(\frac{1}{10}\right)$	615 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1093	679 $\left(\frac{1}{10}\right)$	64

Il micelio fu diviso al solito in due porzioni, di cui una fu asciugata e l'altra servì a la determinazione dell'invertasi interna.

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca				
A.	0.626 g.	0.073 g.	5.780 g.	6.406 g.	$\frac{A}{B} = 1.482$	5.581
B.	0.583 »	0.067 »	8.912 »	9.495 »		8.403

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	1480 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1641	2940	$\frac{A}{B} = 1.312$
B.	1768 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1882	2241	

Nel *Mucor* la presenza di gelatina viscosa nell'ambiente diminuisce la secrezione d'invertina assai più che nel *Sacchar. ellipsoideus* e diminuisce anche la produzione intracellulare dell'enzima, mentre favorisce notevolmente lo sviluppo del micelio.

c) *Silice.*

L'acido ortosilicico, o silice colloidale, fu preparato mescolando da una parte 10 gr. di ortosilicato di potassio con acqua fino a formare 100 cmc., da l'altra 10 gr. di HCl concentrato con acqua fino a formare egualmente 100 cmc. Le due soluzioni vennero riunite, ben agitate, e il liquido risultante, limpido, fluido, lasciato riposare finchè si avvertiva un aumento di viscosità. Allora veniva portato in dialisatore e liberato così dell'acido cloridrico e del cloruro di potassio. Intanto la sua viscosità aumentava ancora, dopo di che veniva portato nei recipienti di cultura, vi si scioglievano le diverse sostanze nutritizie e si sterilizzava.

Spesso gelatinizza nel riscaldamento a 100°, ma per lo più torna fluido col raffreddamento.

L'uso della silice nelle culture di lieviti ha l'inconveniente che con lo sviluppo del lievito questo aggruma la silice e viceversa è agglutinato da la silice; i grumi così formati scendono al fondo, la fermentazione diminuisce ed è impossibile raccogliere e pesare il lievito sviluppato (1). Riporto alcune esperienze.

I. Furono seminati in ogni cultura 1.136 g. di lievito Chianti Nr. 31. Tanto *A* come *B* contenevano 300 cmc. della solita soluzione nutritizia, *B* con 2 5 % silice. Temperatura: 25°. Durata 20-25 gennaio 1906.

(1) I risultati delle esperienze con la silice sono già stati pubblicati in una nota preventiva: *Rendiconti d. Accademia d. Lincei*, (5), XV, I. sem., p. 380 (1906).

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	CO_2 svolto — g.	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero totale	Zucchero riduttore	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
Prima della semina	—	5.4	2920 $\left(\frac{1}{20}\right)$	0	2920	—	—
A.							
2 giorni	7.42 g.	5.5	975 $\left(\frac{1}{10}\right)$	900 $\left(\frac{1}{5}\right)$	75	1220 $\left(\frac{1}{10}\right)$	320
3 »	14.68 »	8.6	0	0	0	392 $\left(\frac{1}{4}\right)$	392
B.							
2 giorni	8.55 g.	7.2	850 $\left(\frac{1}{10}\right)$	415 $\left(\frac{1}{5}\right)$	435	2140 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1725
5 »	14.10 »	7.8	0	0	0	2060 $\left(\frac{1}{20}\right)$	2060

Fu impossibile raccogliere il lievito, perchè a la fine della fermentazione era totalmente agglutinato con la silice al fondo del recipiente. È da notarsi, che le prove di invertasi furono fatte col liquido limpido sovrastante, il quale però conteneva ancora silice disciolta, come potei convincermi precipitandola con soluzione al 50 % di solfato d'ammonio.

La maggiore attività invertasica del liquido limpido di *B* è appunto dovuta a la silice, la quale eccita l'invertasi comportandosi a modo di un acido assai diluito. Prova:

Di questo stesso liquido culturale (1), alcune ore più tardi furono messi ad invertire 10 cmc. Hexosio formatosi in un'ora, oltre quello esistente: 2330 (mg. CuO). Altri 10 cmc. vennero prima della prova d'inversione tenuti a 98° C. per 25 minuti, e così distrutto l'enzima. Poi: hexosio formatosi in un'ora (per azione della sola silice): 5.

La silice appoggia l'azione dell'invertina, ma quest'azione non comincia che a temperatura assai elevata. Prova: Di questi stessi liquidi culturali, furono messi ad invertire, alla fine dell'esperienza, 10 cmc. a 56°, 10 a 45°, 10 a 35° e 10 a 25°.

(1) Nella nota preliminare è stato stampato per errore 25 % di silice invece di 2.5 %.

Invertasi.

	A	B
A 56°.	392 $\left(\frac{1}{10}\right)$	2060 $\left(\frac{1}{10}\right)$
» 45°.	158 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1045 $\left(\frac{1}{5}\right)$
» 35°.	85 $\left(\frac{1}{2}\right)$	240 $\left(\frac{1}{2}\right)$
» 25°.	47 $\left(\frac{1}{1}\right)$	38 $\left(\frac{1}{1}\right)$

A temperatura normale, anzi ottimale, di sviluppo per questo lievito, troviamo anzi meno attività inversiva nel liquido con silice, ciò che era da aspettarsi, considerando che dopo due giorni il liquido *A* conteneva appena 75 mg. CuO-saccarosio per 10 cmc., mentre il liquido *B* ne conteneva ancora 415. Se ne deduce, che la silice frenò in questa esperienza, sebbene assai poco, l' attività inversiva estracellulare.

Le cellule di lievito nelle culture con silice hanno un aspetto ottimo, simile a quello che offrono nei liquidi contenenti peptone. Esse sono affatto prive di vacuoli, le gemme crescono rapidamente prima di staccarsi da la cellula madre, il protoplasma è assai denso.

II. Seminati 3.8912 g. di lievito fresco (Chianti Nr. 31) in ogni cultura. Tanto *A* come *B* contenevano 200 cmc. della solita soluzione, *B* con 2.5 % silice. In termostato a 25°. Durata: 28-31 gennaio 1906.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	CO_2 svolto — g.	Acidità — cmc. 1/10 norm.	Zucchero — totale	Zucchero — riduttore	Zucchero — saccarosio	Invertasi — lorda	Invertasi — netta
Prima della semina	—	5.4	2920 $\left(\frac{1}{10}\right)$	0	2920	—	—
Dopo la semina:			**A.**				
2 giorni	7.25	8.0	412.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	285 $\left(\frac{1}{5}\right)$	127.5	2028 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1245
3 »	9.40	8.5	0	0	0	275 $\left(\frac{1}{5}\right)$	275
			B.				
2 giorni	5.85	9.0	712.5 $\left(\frac{1}{5}\right)$	665 $\left(\frac{1}{5}\right)$	47.5	1944 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1279
2 »	9.08	8.5	0	0	0	315 $\left(\frac{1}{5}\right)$	315

Impossibile raccogliere il lievito, per la formazione dei grumi, che cominciò verso il 2° giorno. In questa esperienza si osserva un fatto strano: il saccarosio fu consumato più presto in *B* che in *A*, mentre la determinazione dell'invertasi a 56° dette meno invertasi che in *A*. La contraddizione non è che apparente. Con la formazione dei grumi di silice e di lievito, il liquido diventa bifasico e l'invertina rimane in gran parte assorbita nella fase colloidale, come ho potuto convincermi con la prova seguente:

Il liquido limpido di *B* (contenente un po' di silice) fu accuratamente decantato a la fine dell'esperienza: ne presi 5 cmc., li diluii con 5 cmc. di acqua e li posi ad invertire a 56°. La parte grumosa rimasta di *B* fu diluita con l'egual volume di acqua e tenuta per 20 minuti in violenta agitazione, dopo di che essa aveva acquistato aspetto omogeneo. Allora aggiunsi una cucchiajata di talco in polvere. Una leggera agitazione bastò per precipitare immediatamente la silice, il talco e il lievito. Non appena il liquido soprastante fu diventato limpido e con l'esame microscopico mi fui accertato che non conteneva più cellule di lievito, ne tolsi 10 cmc. che posi ad invertire a 56°.

Invertasi della fase acquosa	188
» » » colloidale	275

Non essendo escluso che il liquido estratto da la fase colloidale contenesse un po' più di silice, precipitai in due tubi da saggio 10 cmc. dei 2 liquidi con 10 cmc. di soluzione satura di solfato di ammonio: il precipitato che si formò, occupava, ad occhio, il medesimo volume nei due tubi.

L'invertasi dunque si distribuisce nelle due fasi con preferenza della fase colloidale (1). Può darsi che la *quantità* di enzima sia eguale nelle due fasi, l'*attività* invece maggiore nella fase colloidale: ma tali questioni sono vuote di senso, finchè non si saprà se gli enzimi sieno sostanze ben determinate o attività diverse di sostanze simili. Noi oggi siamo costretti a misurare l'enzima non come sostanza, ma come attività; se in un dato caso troviamo più attività che in un altro, dobbiamo dire: c'è più enzima nel primo caso.

(1) E. Reiss. — *Ueber das Verhalten von Fermenten zu kolloidalen Lösungen*, Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol., Bd. VII, pp. 151-152 (1905), ha mostrato che la chimosina e la tripsina passano da l'acqua al cloroformio, e che la catalasi del latte sta nelle goccette di grasso del medesimo. — Dauwe F. — *Ueber die Absorption der Fermente durch Kolloide*, Ibidem, Bd. VI, pp. 426-453 (1905) ha trovato che la pepsina viene assorbita da diversi colloidi, fra cui anche l'albumina, formandovi una soluzione solida. Essa si ripartisce fra le due fasi con preferenza della colloidale.

III. Avendo osservato nelle precedenti esperienze, che la stèrilizzazione a caldo predispone la silice al successivo aggrumamento, evitai in questa esperienza il riscaldamento sterilizzando separatamente i recipienti, l'acqua e le sostanze. In ogni cultura fu seminato 1.7968 g. del lievito solito. *B* conteneva 2.5 % silice. Temperatura: 25°. Durata: 1-4 febbraio 1906.

Variazioni del liquido esterno.

DATA	CO_2 svolto — g.	Acidità — cmc 1/10 norm.	Zucchero totale	Zucchero riduttore	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
Prima della semina	—	5.4	2920 $\left(\frac{1}{10}\right)$	0	2920	—	—
Dopo la semina:			**A.**				
2 giorni	9.09	8.5	180 $\left(\frac{1}{2}\right)$	110 $\left(\frac{1}{2}\right)$	70	470 $\left(\frac{1}{2}\right)$	260
3 »	9.05	8.7	0	0	0	275 $\left(\frac{1}{2}\right)$	275
			B.				
2 giorni	7.67	8.9	375 $\left(\frac{1}{5}\right)$	305 $\left(\frac{1}{5}\right)$	60	670 $\left(\frac{1}{10}\right)$	365
3 »	9.85	8.9	0	0	0	398	398

Il lievito si depose completamente in ambedue le culture, anzi in *B* si agglutinò leggermente. La silice questa volta non precipitò nè fece grumi. Quindi potei decantare tanto da *A* come da *B* 140 cmc. del liquido limpido a la fine dell'esperienza. Ai 20 cmc. di lievito rimasti aggiunsi 180 cmc. di acqua sterile. Dopo 24 ore, prelevai 10 cmc. da ognuna delle culture, e dette per *A* 50 mg. CuO-invertasi, per *B* 46. In 24 ore, l'invertasi esterna era salita da 27.5 a 50 in *A* da 39.8 a 46 in *B* ossia il lievito di *B* aveva secreto meno invertina del lievito di *A*, sebbene fosse in quantità un po' maggiore (vedi avanti).

Il lievito fu per decantazione a la pompa ridotto a 25 cmc. in *A*, a 30 in *B*. Di questi 5 servirono per dosare l'invertasi intracellulare e gli altri furono seccati e pesati.

Sviluppo del lievito.

	Semina secca	Semina fresca	Raccolta secca	Raccolta fresca	Rapporto	Aumento secco	Aumento fresco	Rapporto
A. .	0.4422 g.	1.7928 g.	0.7763 g.	3.1052 g.	$\frac{B}{A} = 1.082$	0.3271 g.	1.3124 g.	$\frac{B}{A} = 1.1[illegible]$
B. .	0.4412 »	1.7928 »	0.8415 »	3.3660 »		0.3923 »	1.5732 »	

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	3120 $\left(\frac{1}{20}\right)$	15600	66970	$\frac{A}{B}=1.355$
B.	2080 $\left(\frac{1}{20}\right)$	12480	49420	

Questa esperienza mostra che la silice al pari degli altri colloidi diminuisce la secrezione e la produzione intracellulare dell'invertina. Il primo fatto è mascherato da l'azione favorevole che la silice esercita su l'attività dell'enzima, ma si riesce facilmente a dimostrare, allontanando la silice dal lievito, che la secrezione è minore, come pure misurando l'attività inversiva a temperature relativamente basse, a cui la silice non estrinseca ancora la detta influenza accelerante.

IV. Spore di *Mucor stolonifer* furono seminate in 200 cmc. del solito liquido di cultura con mosto, *B* conteneva 4-5 % di silice per lo meno; perchè era stato preparato con 20 g. di $K_4 Si O_4$, 20 di $H Cl$, 180 di acqua sterile. I recipienti, i liquidi e le sostanze furono sterilizzati separatamente. Grazie a questo provvedimento, la soluzione silicea, sebbene molto viscosa, si mantenne omogenea e fluida fino al 4° giorno, in cui cominciò a formare qualche grumo. La massima parte della silice però rimase omogeneamente ripartita nel liquido, ciò che dimostra come nelle culture di lievito fosse realmente il lievito, o qualcuno dei suoi prodotti di secrezione, quello che faceva aggrumare la silice. Durata: 1-6 febbraio 1906. Temperatura: 25°.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina. .	6.2	2935 $\left(\frac{1}{10}\right)$	725 $\left(\frac{1}{1}\right)$	2910	—	—
Dopo la semina:			**A.**			
2 giorni.	4.6	2066.6 $\left(\frac{1}{10}\right)$	135 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1931.6	150 $\left(\frac{1}{2}\right)$	15
5 »	6.2	1300 $\left(\frac{1}{10}\right)$	174 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1126	268 $\left(\frac{1}{2}\right)$	94
			B.			
2 giorni.	5.8	1833.3 $\left(\frac{1}{10}\right)$	132.5 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1700.8	200 $\left(\frac{1}{8}\right)$	67.5
5 »	9.8	1187.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	210 $\left(\frac{1}{5}\right)$	977.5	375 $\left(\frac{1}{5}\right)$	165

È da notarsi che fino dal 1° giorno lo sviluppo fu assai maggiore in *B*: e la fine dell'esperienza quivi si era formata una coperta spessa e dura come cuoio, con sporangii grossi, a piede lungo 1. 5-2 cm., mentre in *A* lo sviluppo era assai minore, con sporangii più piccoli, a piede alto 0. 5-0. 8 cm. In ambedue le culture i liquidi avevano un piacevole odore di frutta, ma quello di *B* conteneva anche 0. 8 % di alcool in volume. Non fa quindi meraviglia che il liquido di *B* mostrasse più attività inversiva, tanto più che qui l'invertasi era eccitata da la silice.

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca	fresco	fresco	
A. . . .	0. 8276 g.	0. 1718 g.	7. 6929 g.	8. 5205 g.	$\frac{B}{A}=1.691$	6. 750 g.
B. . . .	0. 6196 »	0. 1262 »	13. 7917 »	14. 4107 »		11. 48 »

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	393. 3 $\left(\frac{1}{2}\right)$	3933	5826	$\frac{B}{A}=2.848$
B.	1660 $\left(\frac{1}{10}\right)$	16600	14460	

Dunque anche la produzione intracellulare d'invertasi fu in questa esperienza assai maggiore nella cultura su liquido contenente silice. Lo sviluppo del micelio fu assai più forte, pare perchè il *Mucor stolonifer* preferisce un substrato consistente ad un ambiente liquido.

V. In questa esperienza i liquidi furono sterilizzati a caldo e così in *B* la silice, che formava circa il 4 %, si rapprese nel riscaldamento in una gelatina assai consistente.

Furono seminate spore di *Mucor stolonifer*, e il tutto fu lasciato in termostato a 25 per 24 giorni (25 marzo-19 aprile 1906). Dopo di che furono tolti i grossi micelii duri come cuoio, lavati nel modo solito e pestati.

Al liquido siliceo di *B*, che era rimasto gelatinoso, fu aggiunto l'egual volume di acqua, e poi vi si introdusse un robusto agitatore, con l'aiuto del quale si riescì, in un'ora di violenta agitazione, a ridurre il tutto in una pol-

tiglia discretamente omogenea, che fu versata in un cilindro a piede e precipitata con talco. Il liquido limpido sovrastante servì a le determinazioni di zucchero ed invertasi. Siccome esso era diluito a metà rispetto al liquido originale, così anche il liquido A fu diluito a metà per le eguali determinazioni.

ETÀ	Acidità — cm. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A. 24 giorni. . . .	4.2	tracce	tracce	0	565 $\left(\frac{1}{5}\right)$	565
B. 24 »	8.7	13.7 $\left(\frac{1}{2}\right)$	5.8 $\left(\frac{1}{2}\right)$	7.9	320 $\left(\frac{1}{2}\right)$	314.2

Dei micelii la porzione *a* servì per dosare l'invertasi interna, la porzione *b* per altre ricerche.

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata		Totale — fresco	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	a	b			
A.	1.3016 g.	0.2890 g.	10.2034 g.	8.3674 g.	19.8724 g.	$\frac{B}{A}=1.193$	14.50 g.
B.	1.1304 »	0.2766 »	11.4959 »	9.6075 »	22.2348 »		16.81 »

Invertasi interna.

	Lorda (in a)	In tutto il micelio	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	1148.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	2097	1446	$\frac{B}{A}=2.36$
B.	3105 $\left(\frac{1}{20}\right)$	6003	3575	

In questa esperienza in cui la silice era gelatinosa, quasi solida, la secrezione di invertasi pare fosse diminuita; la produzione fu altrettanto favorita come nell'esperienza precedente. In complesso quindi la silice ha assai meno effetto su l'invertasi di *Mucor* che su quella di *Sacchar ellipsoideus*.

d) *Amido solubile.*

Con questo e con l'agar-agar è impossibile esperimentare sul lievito, perchè le cellule si depongono solo in parte e la determinazione dell'invertasi *esterna* è quindi irrisoria.

Spore di *Mucor Mucedo* furono seminate in 225 cmc. della solita soluzione con mosto. *B* conteneva 1 % di amido solubile, preparato con il metodo di Lintner (1) modificato da Ford (2). Temperatura: 25°. Durata: 8-15 febbraio 1906.

Lo sviluppo di questa Mucorinea è assai favorito da l'amido, sebbene, come mi sono potuto assicurare, essa non secerna quantità misurabili di diastasi. Ne produce però dell'attivissima, quando viene coltivata in presenza di amido, nell'interno del suo grande simplasto. Evidentemente per l'amilasi succedono fatti simili a quelli che abbiamo trovato a proposito dell'invertasi; una questione che rimando ad un ulteriore lavoro. Qui dirò solo che, nel liquido su detto l'amido aggiunto in grani, sebbene fortemente rigonfiato da la sterilizzazione a 100°, non è minimamente attaccato da questo *Mucor* neppure in 3 mesi; basta aggiungere un po' di cloroformio o tappare ermeticamente il vaso di cultura (narcotizzare od asfissiare il fungo) per trovare dopo 3 giorni, a 25°, una corrosione profonda e discioglimento dei grani d'amido.

Tornando alla nostra esperienza, si può essere sicuri che le variazioni dello zucchero nel liquido esterno sono dovute a la sola invertasi: se anche il *Mucor* profitta dell'amilodestrina e delle destrine dell'amido solubile, deve necessariamente assorbirle come tali, perchè il liquido culturale in queste condizioni mai ha rivelato la più piccola traccia di amilasi (3). Con questo non è escluso, che quando i rizoidi di *Mucor mucedo* si cacciano dentro una pasta amilacea tenace e compatta, la mancanza d'aria determini l'esosmosi di amilasi.

(1) Lintner. — *Studien über Diastase.* Journ. f. pratet. Chem. XXXIV, p. 378, 1886.

(2) Ford. — *Chemisches Centralblatt*, 1904.

(3) In mancanza di amido nell'ambiente, nè il *Mucor stolonifer* nè il *Mucedo* fabbricano amilasi, neppure nell'interno della loro grande cellula.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero				Invertasi	
		totale	riduttore	polisaccaridi	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina	6.2	3385 $\left(\frac{1}{10}\right)$	278 $\left(\frac{1}{2}\right)$	3107	2839*	—	—
Dopo la semina:			**A.**				
4 giorni	6.1	1348 $\left(\frac{1}{10}\right)$	345 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1003	981	572 $\left(\frac{1}{10}\right)$	227
7 »	7.8	971 $\left(\frac{1}{10}\right)$	312 $\left(\frac{1}{2}\right)$	659	637	619 $\left(\frac{1}{10}\right)$	307
			B.				
4 giorni	5.8	1617 $\left(\frac{1}{10}\right)$	218 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1399	1377	327 $\left(\frac{1}{2}\right)$	109
7 »	7.2	1238 $\left(\frac{1}{10}\right)$	413 $\left(\frac{1}{2}\right)$	825	803	536 $\left(\frac{1}{2}\right)$	123

* 1 % di amido solubile dà per idrolisi circa 110 mg. di glucosio o 268 mg. CuO per 10 cmc.

L'amido frena dunque potentemente la secrezione dell'invertina, quasi quanto la gomma. Si noti che lo sviluppo fin dal 3° giorno era maggiore in *B*.

Sviluppo del micelio.

	Porzione pesata		Porzione pestata —	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca			
A. . . .	0.9817 g.	0.1745 g.	9.7662 g.	10.7479 g.	$\frac{B}{A}=1.227$	8.64
B. . . .	0.8708 »	0.1652 »	12.3147 »	13.1855 »		10.69

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	3748 $\left(\frac{1}{10}\right)$	4127	4776	$\frac{A}{B}=1.199$
B.	3976 $\left(\frac{1}{10}\right)$	4257	3983	

L'amido frena dunque leggermente anche la produzione intracellulare di invertasi.

e) *Agar-agar.*

È interessante vedere se questa sostanza, così largamente usata nelle culture bacteriologiche, frena la secrezione dell'invertasi. La esperienza seguente fu fatta con *Mucor Mucedo*, che, come abbiamo visto, secerne un po' più d'invertina del *Mucor stolonifer*. Il liquido nutritizio era il solito, con mosto (225 cmc.); in *B* esso conteneva 0.25 % di agar-agar. Durata: 16-24 febbraio 1906. Temperatura 25°C.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina . . .	6.8	2765 $\left(\frac{1}{10}\right)$	315 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2450	—	—
Dopo la semina:		**A.**				
4 giorni	6.4	1318 $\left(\frac{1}{10}\right)$	476 $\left(\frac{1}{2}\right)$	842	613 $\left(\frac{1}{10}\right)$	137
8 »	7.2	876 $\left(\frac{1}{4}\right)$	402 $\left(\frac{1}{2}\right)$	474	748 $\left(\frac{1}{4}\right)$	346
		B.				
4 giorni	6.6	1400 $\left(\frac{1}{10}\right)$	301 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1099	327 $\left(\frac{1}{2}\right)$	26
8 »	7.4	624 $\left(\frac{1}{2}\right)$	278 $\left(\frac{1}{2}\right)$	346	406 $\left(\frac{1}{2}\right)$	128

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca	fresco		
A. . . .	0.9766 g.	0.1864 g.	9.7462 g.	10.7228 g.	$\frac{B}{A} = 1.098.$	8.682
B. . . .	0.9814 »	0.1682 »	10.8027 »	11.7841 »		9.761

Invertasi interna.

	Lorda	In tutto il micelio	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	4016 $\left(\frac{1}{20}\right)$	4420	5091	$\frac{B}{A} = 1.268$
B.	5780 $\left(\frac{1}{10}\right)$	6299	6451	

L'agar-agar frena potentemente la secrezione, ma non la produzione intracellulare dell'enzima, la quale è anzi leggermente favorita, al pari dello sviluppo.

2. — Portamento di altri funghi.

a) *Phycomyces nitens.*

Le spore di questa gigantesca mucorinea furono seminate in due palloni da mezzo litro, ognuno dei quali conteneva 225 cmc. del solito liquido nutritizio con mosto, in *B* addizionato di 2. 5 % di gomma. Durata: 23 gennaio-7 febbraio 1906. Temperatura: 25° C.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina . . .	6. 8	2970 $\left(\frac{1}{10}\right)$	307 $\left(\frac{1}{2}\right)$	2663	—	—
Dopo la semina:			A.			
10 giorni.	6. 4	1975 $\left(\frac{1}{10}\right)$	295 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1680	340 $\left(\frac{1}{10}\right)$	45
15 »	6. 2	1640 $\left(\frac{1}{10}\right)$	318 $\left(\frac{1}{4}\right)$	1332	421 $\left(\frac{1}{10}\right)$	103
			B.			
10 giorni.	6. 6	2004 $\left(\frac{1}{10}\right)$	265 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1739	278 $\left(\frac{1}{2}\right)$	13
15 »	6. 8	1386 $\left(\frac{1}{10}\right)$	241 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1145	316 $\left(\frac{1}{2}\right)$	65

In *B* lo sviluppo fu assai favorito, in *A* invece assai misero; gli sporangiofori erano più lunghi in *B* e più numerosi. Evidentemente il Phycomyces ha bisogno di un substrato abbastanza solido per erigere i suoi giganteschi sporangiofori.

Sviluppo del micelio.

	Porzione pesata		Porzione pestata — fresca	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca				
A. . . .	0. 2342 g.	0. 0394 g.	4. 6104 g.	4. 8446 g.	$\frac{B}{A}=1.714$	4. 029 g.
B. . . .	0. 3108 »	0. 0436 »	7. 9898 »	8. 3006 »		7. 137 »

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	1778 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1868	4637	$\frac{A}{B} = 1.375$
B.	2316 $\left(\frac{1}{10}\right)$	2406	3372	

La presenza di gomma arabica nel substrato liquido frena anche in questa mucorinea tanto la secrezione come la produzione intracellulare d'invertina. Ma è difficile coltivare il *Phycomyces* in substrati liquidi, anzitutto perchè si sviluppa male, poi perchè ad ogni urto collabisce un certo numero di sporangi: non abbiamo quindi un'idea della quantità di punte d'ife sommerse che scoppieranno ad ogni urto, con fuoruscita dei materiali cellulari (1).

b) *Penicillium glaucum.*

Fu seminato in 225 cmc. della soluzione nutritizia con mosto. *B* conteneva 2.5 % di gomma. Durata: 8-17 gennaio 1904. Temperatura: 25°.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina .	4.2	2448 $\left(\frac{1}{50}\right)$	330 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2118	—	—
Dopo la semina:			**A.**			
6 giorni	4.0	2025 $\left(\frac{1}{10}\right)$	540 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1485	497.1 $\left(\frac{1}{10}\right)$	40
9 »	5.4	1637.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	910 $\left(\frac{1}{5}\right)$	727.5	1010 $\left(\frac{1}{10}\right)$	100
			B.			
6 giorni	3.6	2212.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	495 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1717.5	505.6 $\left(\frac{1}{10}\right)$	10.6
9 »	5.2	1925 $\left(\frac{1}{10}\right)$	875 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1050	970 $\left(\frac{1}{10}\right)$	95

(1) Cfr. PANTANELLI. — *Esplosione delle cellule.* Annali di Botanica, vol. II, p. 321 (1905).

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca		
A.	0.3180 g.	0.1110 g.	5.140 g.	$\frac{B}{A} = 1.198$	3.553 g.
B.	0.3255 »	0.1045 »	6.209 »		4.436 »

Invertasi interna.

	Lorda	In tutto il micelio	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	3064 $\left(\frac{1}{10}\right)$	23593	74210	$\frac{A}{B} = 3.014$
B.	1400 $\left(\frac{1}{10}\right)$	10920	24610	

Nel *Penicillium glaucum*, come nelle mucorinee e nei lieviti, la presenza di gomma arabica nel substrato liquido diminuisce la secrezione, specialmente nei primi tempi, e la produzione intracellulare dell'invertasi, mentre favorisce lo sviluppo del micelio.

c) *Botrytis cinerea.*

Questa esperienza fu condotta parallelamente a la precedente e nelle uguali condizioni.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina.	4.2	2448 $\left(\frac{1}{50}\right)$	330 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2118	—	—
Dopo la semina:			**A.**			
4 giorni	3.4	1912.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	492.5 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1420	858 $\left(\frac{1}{10}\right)$	366
7 »	4.2	1290 $\left(\frac{1}{10}\right)$	743.7 $\left(\frac{1}{10}\right)$	546.3	1036 $\left(\frac{1}{20}\right)$	293
			B.			
4 giorni	3.4	2187.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	420 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1767.5	685.7 $\left(\frac{1}{10}\right)$	265
7 »	3.3	1770.6 $\left(\frac{1}{10}\right)$	882.3 $\left(\frac{1}{10}\right)$	888.3	1106.6 $\left(\frac{1}{10}\right)$	224

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca	fresco		
A. . . .	0.2990 g.	0.0995 g.	3.951 g.	4.0505 g.	$\frac{B}{A}=1.679$	2.699 g.
B. . . .	0.2655 »	0.0820 »	6.534 »	6.7995 »		4.701 »

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	1780 $\left(\frac{1}{10}\right)$	16732	62120	$\frac{A}{B}=2.245$
B.	1183 $\left(\frac{1}{10}\right)$	13013	27670	

La *Botrytis* si comporta di fronte alla gomma come gli altri organismi sperimentati. È da notarsi la quantità fortissima di invertasi interna che contenevano questi micelii, manifestamente perchè erano ancora abbastanza giovani.

Nell'esperienza seguente, le spore di *Botrytis cinerea* furono seminate in liquidi, in cui aveva vegetato per 3 giorni il *Mucor mucedo*, sterilizzati poi novamente; si trattava della consueta soluzione nutritizia con mosto, a cui però in *B* era aggiunto il 2.5 % di gelatina. Durata: 15-27 marzo 1906. Temperatura: 25°.

Lo sviluppo cominciò più tardi nel substrato con gelatina, ma poi si fece anzi qui più gagliardo. A la fine ambedue i micelii erano potentemente sviluppati, e quello di *B* era coperto inferiormente d'uno strato così abbondante di muco, che ad onta del lavaggio isotonico fu estremamente difficile asciugarlo fra la carta bibula.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi		Viscosità — Acqua = 100
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta	
Prima della semina	6.4	2950 $\left(\frac{1}{10}\right)$	465 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2485	—	—	—
Dopo la semina:			**A.**				
7 giorni	5.0	1740 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1300 $\left(\frac{1}{10}\right)$	440	2090 $\left(\frac{1}{10}\right)$	790	165.0
12 »	5.6	1633 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1405 $\left(\frac{1}{10}\right)$	228	1320 $\left(\frac{1}{10}\right)$	— 85	161.0
			B.				
7 giorni	6.3	2031 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1507 $\left(\frac{1}{10}\right)$	524	1690 $\left(\frac{1}{10}\right)$	183	482.1
12 »	5.2	780 $\left(\frac{1}{5}\right)$	340 $\left(\frac{1}{2}\right)$	440	488 $\left(\frac{1}{10}\right)$	148	273.4

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata		Totale — fresco	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	α fresca	β secca			
A. . . .	0.4710 g.	0.1299 g.	7.8678 g.	—	8.3388 g.	$\frac{B}{A} = 1.538$	6.039 g.
B. . . .	0.4412 »	0.1324 »	7.0932 »	5.2928 g.	12.8272 »		8.980 »

Del micelio di *B*, la porzione α servì per la determinazione dell'invertasi interna, la porzione β fu adoperata per altre ricerche.

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A.	5880 $\left(\frac{1}{20}\right)$	6233	10290	$\frac{A}{B} = 3.383$
B.	1512 $\left(\frac{1}{4}\right)$	2735	3046	

Nella *Botrytis cinerea* la gelatina frena la secrezione e la produzione d'invertasi assai più che la gomma: anzi la gelatina in questo fungo influenza la secrezione e fabbricazione dell'enzima ben più che in tutti gli altri organismi finora sperimentati. In armonia con la scarsa secrezione d'invertina vediamo che il 12° giorno di cultura in *B* c'era ancora più saccarosio indecomposto che in *A* nonostante lo sviluppo maggiore del fungo.

Il liquido culturale di *A* il 12° giorno *revertiva* a 56° anzichè invertire, ciò che si doveva a la grande quantità di zucchero invertito che già esisteva nella prova (1).

3. — Influenza dell'età.

Abbiamo fin qui veduto che, con l'invecchiare delle cellule, rispett. della cultura, aumenta sempre l'attività inversiva estracellulare, ciò che nei lieviti coincide con l'aumento di permeabilità della cellula dovuto a l'azione dell'alcool e degli altri prodotti di fermentazione, fra cui anche l'acido carbonico, che notoriamente ed al pari di qualunque sostanza nociva fa aumentare la permeabilità (2). Negli altri funghi è pure evidente l'aumento di secrezione con l'età (talvolta nella *Botrytis* accade il contrario, perchè, come vedremo parlando della *revertasi*, questa aumenta nel liquido culturale con l'aumentare dello zucchero invertito), un aumento che dipenderà egualmente da l'azione dei prodotti del ricambio escreti e da l'insufficiente aereazione della parte sommersa del micelio.

Ma si potrebbe anche ammettere, specialmente per il micelio di *Mucor*, che la quantità di invertasi secreta sia una frazione costante dell'invertasi prodotta nell'interno della cellula, la quale nella sua vecchiaia o nella sua morte lascerebbe diffondere liberamente l'enzima attraverso la membrana plasmica.

Per dilucidare questo punto, disposi le esperienze seguenti, in cui furono seguite le variazioni dell'invertasi interna parallelamente a le variazioni dell'invertasi esterna.

(1) Pantanelli. — *Proinvertasi e reversibilità dell'invertasi.* Rendic. Accad. Lincei, (5), XV, I. Sem. p. 587 (1906).

(2) Per i corpuscoli rossi del sangue, v. Bottazzi, *Principii di fisiologia*, vol. I, p. 283 (1906). Il primo a constatare che l'insufficiente aereazione determina l'uscita dell'invertasi da le cellule, in parte già nei lieviti, assai manifestamente nell'*Aspergillus niger*, fu Fernbach. *Sur la sucrase chez l'A. n. et la levure*, Annales d'Institut Pasteur, p. 1 e 641 (1890). — Effetto narcotisante dell'anidride carbonica su certi lieviti: Pantanelli. — *Ricerche sul turgore del lievito*, Annali di Botan., vol. IV, p. 1 (1906).

a) *Lievito Chianti* N. 31.

Furono disposte 8 culture, chiuse con colmatore ad acido solforico e valvola di Bunsen, contenenti ognuna 300 cmc. della soluzione nutritizia priva di zucchero riduttore. 4 culture contenevano il 2.5 % di gomma arabica, e le chiameremo B_1, B_2, B_3, B_4; indicheremo le altre con A_1, A_2, A_3, A_4. Le 9 culture furono tenute accanto, a la temperatura della stanza (16-18°). Durata 22-29 novembre 1905. In ognuna fu seminato 0.243715 g. di lievito.

Dopo 24 ore fu sacrificato il paio A_1 B_1 per le determinazioni dell'invertasi interna ed esterna, dopo 3 giorni da la semina il paio A_2 B_2, dopo 5 giorni il paio A_3 B_3, dopo 7 giorni il paio A_4 B_4.

Nella tabella seguente riportiamo i risultati dell'analisi dei liquidi culturali.

Variazioni nel liquido esterno.

Cultura	Data	CO_2 svolto	Acidità	Zucchero			Invertasi	
		g.	cmc. $^1/_{10}$ norm.	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina		—	5.4	2490 $\left(\frac{1}{20}\right)$	0	2490	—	—
Dopo la semina:								
A_1 . .	1 giorno. .	1.22	4.2	2310 $\left(\frac{1}{20}\right)$	1460 $\left(\frac{1}{10}\right)$	850	3080 $\left(\frac{1}{20}\right)$	1620
A_2 . .	3 giorni . .	3.30	5.8	1360 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1148 $\left(\frac{1}{10}\right)$	212	1300 $\left(\frac{1}{20}\right)$	152
A_3 . .	5 » . .	6.25	5.7	984 $\left(\frac{1}{12}\right)$	900 $\left(\frac{1}{10}\right)$	84	1008 $\left(\frac{1}{20}\right)$	108
A_4 . .	7 » . .	8.63	5.8	775 $\left(\frac{1}{10}\right)$	730 $\left(\frac{1}{5}\right)$	45	840 $\left(\frac{1}{10}\right)$	110
B_1 . .	1 giorno. .	0.81	4.4	2260 $\left(\frac{1}{20}\right)$	960 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1300	1200 $\left(\frac{1}{10}\right)$	240
B_2 . .	3 giorni . .	2.63	5.8	1380 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1110 $\left(\frac{1}{10}\right)$	270	1540 $\left(\frac{1}{20}\right)$	430
B_3 . .	5 » . .	7.74	5.9	1170 $\left(\frac{1}{10}\right)$	910 $\left(\frac{1}{10}\right)$	260	1620 $\left(\frac{1}{20}\right)$	710
B_4 . .	7 » . .	8.96	6.2	450 $\left(\frac{1}{10}\right)$	380 $\left(\frac{1}{5}\right)$	70	540 $\left(\frac{1}{10}\right)$	160

Riporto ora separatamente le tabelle dello sviluppo del lievito e dell'invertasi interna.

Gruppo A_1 B_1 *(1 giorno di cultura).*

Sviluppo del lievito.

	Semina		Raccolta		Rapporto	Aumento		Rapporto
	secca	fresca	secca	fresca		secco	fresco	
A_1	0.2437 g.	0.9748 g.	0.4568 g.	1.8272 g.	$\frac{A}{B} = 1.052$	0.2131 g.	0.8524 g.	$\frac{A}{B} = 1.119$
B_1	0.2437 »	0.9748 g.	0.434 »	1.736 »		0.1903 »	0.7612 »	

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A_1 . . .	35200 $\left(\frac{1}{100}\right)$	70400	513600	$\frac{A}{B} = 1.242$
B_1 . . .	27732 $\left(\frac{1}{100}\right)$	55464	423200	

A l'inizio della cultura dunque, il lievito si sviluppa più rapidamente e fabbrica più invertina nel liquido privo di colloidi. Ne secerne anche una quantità assai maggiore.

Gruppo A_2 B_2 *(3 giorni di cultura).*

Sviluppo del lievito.

	Semina		Raccolta		Rapporto	Aumento		Rapporto
	secca	fresca	secca	fresca		secco	fresco	
A_2	0.2437 g.	0.9748 g.	0.6975 g.	2.7900 g.	$\frac{A}{B} = 1.266$	0.4538 g.	1.8152 g.	$\frac{A}{B} = 1.357$
B_2	0.2437 »	0.9748 »	0.5784 »	2.3136 »		0.3347 »	1.3388 »	

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A_2	4290 $\left(\frac{1}{50}\right)$.	25740	123100	$\frac{B}{A}=2.331$
B_2	12441.6 $\left(\frac{1}{40}\right)$	49766.4	286900	

Gruppo A_3 B_3 (*5 giorni di cultura*).

Sviluppo del lievito.

	Semina		Raccolta		Rapporto	Aumento		Rapporto
	secca	fresca	secca	fresca		secco	fresco	
A_3 .	0.2437 g.	0.9748 g.	0.703 g.	2.812 g.	$\frac{A}{B}=1.043$	0.460 g.	1.8372 g.	$\frac{A}{B}=1.069$
B_3 .	0.2437 »	0.9748 »	0.6738 »	2.6952 »		0.4301 »	1.7204 »	

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A_3	5686 $\left(\frac{1}{40}\right)$	28480	135100	$\frac{A}{B}=1.036$
B_3	5280 $\left(\frac{1}{40}\right)$	26400	130500	

Gruppo A_4 B_4 (*7 giorni di cultura*).

Sviluppo del lievito.

	Semina		Raccolta		Rapporto	Aumento		Rapporto
	secca	fresca	secca	fresca		secco	fresco	
A_4 .	0.2437 g.	0.9748 g.	0.7156 g.	2.8624 g.	$\frac{B}{A}=1.155$	0.4719 g.	1.8876 g.	$\frac{B}{A}=1.235$
B_4 .	0.2437 »	0.9748 »	0.8266 »	3.3065 »		0.5819 »	2.3317 »	

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A_4	5770 $\left(\frac{1}{100}\right)$	23850	111100	$\frac{B}{A} = 1.120$
B_4	6174 $\left(\frac{1}{100}\right)$	30870	124500	

Nella tabella seguente riassumo i dati concernenti le variazioni dell'enzima e del lievito.

ETÀ	Norm.			Norm. + 2.5 % gomma		
	Invertasi		Aumento del peso fresco (*)	Invertasi		Aumento del peso fresco
	interna	esterna		interna	esterna	
1 giorno	513600	1620	0.8524 g.	423200	240	0.7612 g.
3 giorni	123100	152	1.8152 »	286900	430	1.3388 »
5 »	135100	108	1.8372 »	130500	710	1.7204 »
7 »	111100	110	1.8876 »	124500	160	2.3317 »

* Nella nota preliminare (Rend. Accad. Lincei, XV, I. Sem. p. 381) è stampato per errore: Aumento del peso secco. Egualmente sono incorsi due errori di stampa nella tabella degli zuccheri. L'ultimo numero della seconda colonna è 730 e non 700; il secondo numero della sesta colonna 1300 e non 1200.

Da questa esperienza risulta, che nelle cellule di lievito l'invertina raggiunge un massimo in principio dello sviluppo e poi diminuisce consentaneamente dentro e fuori la cellula, se il liquido ambiente è privo di colloidi (1). Invece in presenza di questi essa raggiunge egualmente il massimo al principio della fermentazione nell'interno della cellula, ma di fuori solamente più tardi. In seguito diminuisce ancora come in assenza del colloide.

La mancanza di coincidenza fra le variazioni dell'invertina esterna ed interna, mostra che la secrezione di invertasi *non è semplicemente una funzione della superficie di secrezione*, ma dipende da la qualità (permeabilità) delle membrane plastiche.

(1) Cfr. Fernbach *l. c.* pp. 1 e 641; O' Sullivan, *Journ. of the Chem. Soc.*, LXI, pp. 593 e 926 (1892).

Lo zucchero viene assorbito più presto in assenza del colloide: l'assorbimento maggiore negli ultimi giorni nelle culture in liquidi colloidali è in relazione con il maggior numero di cellule formatesi. Il fatto che il saccarosio scompare più presto di quel che non aumenti lo zucchero invertito e la lentezza con cui questo poi sparisce, prova che il saccarosio specialmente nei primi giorni, viene assorbito come saccarosio, senza precedente inversione (1).

b). *Mucor Mucedo.*

Fu seminato in 6 scatole Koch, ognuna delle quali conteneva 225 cmc. del solito liquido nutritizio con mosto. 3 culture, che chiameremo B_1, B_2, B_3, contenevano 3 % gomma (2); le altre indicheremo con A_1, A_2, A_3. Temperatura 25° C. Durata 7-16 marzo 1906. — Dopo 4 giorni furono sacrificate per le determinazioni le culture A_1 B_1, dopo 6 giorni il paio A_2 B_2. Dopo 9 giorni il gruppo A_3 B_3.

Variazioni nel liquido esterno.

CULTURA	ETÀ	Acidità — cmc. $^1/_{10}$ norm.	Viscosità a 25° — acqua = 100	Zucchero			Invertasi	
				totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina:								
A. . .	—	5.4	134.8	2620 $\left(\frac{1}{20}\right)$	108 $\left(\frac{1}{2}\right)$	2512	—	—
B. . .	—	»	208.1	»	»	»	—	—
Dopo la semina:								
A_1 . .	4 giorni .	6.5	134.1	2100 $\left(\frac{1}{20}\right)$	115 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1985	277 $\left(\frac{1}{2}\right)$	162
A_2 . .	6 » .	7.2	138.9	1600 $\left(\frac{1}{10}\right)$	187 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1413	367 $\left(\frac{1}{2}\right)$	180
A_3 . .	9 » .	10.4	130.2	890 $\left(\frac{1}{10}\right)$	755 $\left(\frac{1}{5}\right)$	135	970 $\left(\frac{1}{10}\right)$	215
B_1 . .	4 » .	6.2	213.8	2066 $\left(\frac{1}{10}\right)$	155 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1911	155 $\left(\frac{1}{2}\right)$	0
B_2 . .	6 » .	8.5	217.6	1800 $\left(\frac{1}{10}\right)$	202 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1598	270 $\left(\frac{1}{2}\right)$	68
B_3 . .	9 » .	12.8	188.0	890 $\left(\frac{1}{10}\right)$	330 $\left(\frac{1}{5}\right)$	560	585 $\left(\frac{1}{5}\right)$	255

(1) Cfr. i lavori citati di FERNBACH e O' SULLIVAN, nonchè PANTANELLI questi *Annali*, III, p. 127 (1905).

(2) Nella nota preliminare è stato stampato per errore 2.5 %.

Gruppo A_1 B_1 *(4 giorni di cultura).*

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca	fresco		
A_1 . . .	0.2577 g.	0.0608 g.	2.7783 g.	3.0360 g.	$\frac{A}{B} = 1.719$	2.320 g.
B_1 . . .	0.2554 »	0.0676 »	1.5109 »	1.7663 »		1.299 »

Invertasi interna.

	Lorda	Nella porzione pestata	In tutto il micelio	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A_1 . . .	276 $\left(\frac{1}{2}\right)$	2208	2412	10400	$\frac{A}{B} = 2.244$
B_1 . . .	74 $\left(\frac{1}{1}\right)$	740	874.8	6659	

Gruppo A_2 B_2 *(6 giorni di cultura).*

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca	fresco		
A_2 . . .	[illegible] g.	0.0207 g.	3.3675 g.	3.4628 g.	$\frac{A}{B} = 1.101$	2.710 g.
B_2 . . .	0.1327 »	0.0313 »	3.0153 »	3.1480 »		2.403 »

Invertasi interna.

	Lorda	Nella porzione pestata	In tutto il micelio	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A_2 . . .	375.3 $\left(\frac{1}{1}\right)$	3753	3861	11240	$\frac{A}{B}$ 1.964
B_2 . . .	167 $\left(\frac{1}{1}\right)$	1670	1743	7249	

Gruppo A_3 B_3 *(9 giorni di cultura).*

Sviluppo del micelio.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Rapporto	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca	fresco		
A_3 . . .	0.5622 g.	0.1223 g.	6.1540 g.	6.7162 g.	$\frac{B}{A} = 1.705$	5.255
B_3 . . .	0.2037 »	0.0560 »	11.2484 »	11.4521 »		8.303

Invertasi interna.

	Lorda	Nella porzione pestata	In tutto il micelio	In 10 cmc. di succo	Rapporto
A_3 . . .	306.6 $\left(\frac{1}{2}\right)$	4599	5018	9548	$\frac{A}{B} = 1.287$
B_3 . . .	302.4 $\left(\frac{1}{2}\right)$	6048	6156	7415	

Nella tabella seguente riassumo i dati concernenti l'invertasi interna ed esterna e lo sviluppo del fungo.

ETÀ	Norm.			Norm + 3 % gomma		
	Invertasi		Messe	Invertasi		Messe
	interna	esterna	secca raccolta	interna	esterna	secca raccolta
4 giorni	10400	162	3.060 g.	6659	0	1.7663 g. (*)
6 »	14240	180	3.4228 »	7249	68	3.1480 »
9 »	9548	215	6.7162 »	7415	255	11.4521 »

(*) Nella nota preliminare fu stampato per errore 1.7763 g.

Da questi dati si conclude, che nel *Mucor* l'invertina interna raggiunge un massimo verso il 6° giorno nelle culture a substrato non colloidale, mentre in presenza di colloide aumenta lentamente, ma continuamente, con l'età. L'invertasi esterna in ambedue i casi aumenta continuamente, sebbene sia sempre in quantità esigua; anzi in substrato colloidale non c'è nei primi giorni secrezione. Lo zucchero viene assorbito a preferenza come saccarosio. La benefica influenza del colloide su lo sviluppo si manifesta tardi, nel *Mucor* come nei lieviti, ed anzi nei primi giorni l'accrescimento è minore in substrato colloidale.

Se confrontiamo le curve di variazione dell'invertina interna ed esterna nel lievito di vino e nel *Mucor*, ci colpisce la diminuzione dell'enzima nelle culture dei lieviti quando lo zucchero è stato consumato, mentre nel *Mucor* la secrezione aumenta continuamente, anche quando la produzione interna di enzima è cessata. Questa differenza nel portamento è dovuta al fatto che il lievito è sempre *tutto vivo* e regola quindi autonomamente la secrezione dell'invertina, mentre nel *Mucor* con l'ispessirsi del grosso micelio a la superficie del liquido le ife profonde, le ife sommerse collabiscono e muoiono, come ci si può facilmente convincere osservando al microscopio una cultura di *Mucor* su gelatina ben filtrata, a strato sottile, in una scatola di Petri a vetro sottile.

Allora la libera diffusione dell'enzima da le cellule morenti si sovrappone a la scarsissima secrezione da le cellule vive e il risultato pratico è che esce più enzima, mentre magari la *secrezione vitale* è diminuita. È il solito fatto, che tutti gli autori sorvolano con tanta facilità e che ha portato a pregiudizî grossolani nel campo della secrezione.

Del resto, come vedremo nel lavoro seguente, basta la soppressione dell'aereazione per aumentare notevolmente la permeabilità delle cellule di *Mucor* e la secrezione dei loro enzimi, anche senza la loro morte.

4. — Influenza della viscosità del substrato.

Fin qui abbiamo visto che i colloidi diminuiscono la secrezione dell'invertina, o per lo meno l'attività inversiva estracellulare, che ne è l'unica misura possibile, ed anche la produzione intracellulare dell'enzima. Già la natura assai diversa dei colloidi adoperati mostra che tale influenza su l'enzima non dipende da la loro essenza chimica, bensì dal loro *stato fisico*. È giunto il tempo di chiederci: agiscono essi direttamente su la membrana plasmica, aumentando la sua impermeabilità per l'enzima, come avevo ammesso nel lavoro precedente (1) in base ad esperienze, in cui venne dimostrato, che in substrato colloidale le membrane plasmiche hanno una maggiore impermeabilità per i sali neutri?

Ciò è assai probabile, ma non bisogna dimenticare che gli enzimi, i quali chimicamente sono dei polipeptidi assai complessi, sono *solubili nei lipoidi* delle membrane plasmiche, come le ricerche di Reiss hanno mostrato (l. c.), e, anche senza ricorrere ai lipoidi

(1) *Annali di Botanica*, vol. III, p. 127 (1905).

plasmatici, attraversano comodamente anche membrane albuminoidi. A questo proposito ricordo ancora le esperienze di Dauwe (l. c.), come pure il fatto, che i colloidi gelatinosi ed i corpi finamente divisi assorbono con energia anche gli enzimi (cfr. l'esperienza con la silice, pag. 235).

Se l'enzima può passare in ogni tempo la membrana plasmica, perchè la sola invertasi fra i numerosi enzimi del lievito esosmisce da la cellula viva? Perchè da le mucorinee sopra studiate esce così poca invertasi? Qui non bisogna dimenticare che l'invertasi di lievito, come il bel lavoro di O' Sullivan e Tompson (1) ha dimostrato, ha un peso molecolare relativamente basso, e con ciò è in relazione la facilità con cui essa filtra attraverso membrane più o meno impermeabili per gli enzimi più complessi (2). Dunque, oltre a la solubilità nei lipoidi plasmici, la grossezza delle molecole dell'enzima influenzerà il suo passaggio attraverso le membrane plasmiche.

Giunto fuori della cellula, la sua diffusione sarà notevolmente ritardata dal colloide in soluzione, poichè è noto che i colloidi s'influenzano fra loro diminuendo reciprocamente la velocità di diffusione, e ciò agirà a tergo impedendo l'esosmosi di nuove molecole o micelle d'invertasi.

Le esperienze seguenti mostrano infatti che, con l'aumento di viscosità dell'ambiente, diminuisce l'attività inversiva estracellulare e la produzione intracellulare dell'enzima.

a) *Lievito Chianti* N. 31.

Furono disposte 4 culture parallele con colmatore ad acido solforico e valvola di Bunsen; ognuna ricevette 400 cmc. della consueta soluzione priva di hexosio e 0. 5276 g. di lievito (= 2. 1104 g. di lievito fresco), coltivato nel modo solito. *A* servì come testimone: *B* conteneva 2 %, *C* 4 %, *D* 6 % di gomma arabica. Temperatura: 25° C. Durata: 19-23 febbraio 1906. La viscosità del liquido culturale fu misurata con viscosimetro di Ostwald in bagno termoregolato a 25° C.

(1) *Invertase*, Journ. chem. Society, LVII, p. 894 (1890).
(2) FERNBACH: — *Ann. Institut Pasteur*, IV, p. 648 (1890).

Variazioni nel liquido esterno

DATA	CO_2 svolto — g.	Acidità libera	Acidità sali acidi (*)	Viscosità — Acqua = 100	Zucchero totale	Zucchero riduttore	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
Prima della semina:									
A. . . .	—	1.2	5.8	137.6	2920 $\left(\frac{1}{40}\right)$	0	2920	—	—
B. . . .	—	»	»	182.9	»	»	»	—	—
C. . . .	—	»	»	220.4	»	»	»	—	—
D. . . .	—	»	»	307.7	»	»	»	—	—
Dopo la semina:									
A.									
1 giorno	8.75	2.4	7.8	134.4	1318 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1120 $\left(\frac{1}{5}\right)$	198	1372 $\left(\frac{1}{10}\right)$	252
3 giorni	13.33	3.2	10.5	123.9	120 $\left(\frac{1}{2}\right)$	120 $\left(\frac{1}{2}\right)$	0	546 $\left(\frac{1}{4}\right)$	426
B.									
1 giorno	9.02	2.2	7.5	177.8	1587 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1085 $\left(\frac{1}{5}\right)$	502	1225 $\left(\frac{1}{10}\right)$	140
3 giorni	13.79	3.5	12.5	157.0	0	0	0	308 $\left(\frac{1}{2}\right)$	308
C.									
1 giorno	8.75	2.4	8.2	216.2	1281 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1155 $\left(\frac{1}{5}\right)$	126	1272 $\left(\frac{1}{10}\right)$	117
3 giorni	13.0	3.7	12.0	206.8	0	0	0	255 $\left(\frac{1}{5}\right)$	255
D.									
1 giorno	9.22	2.3	8.0	288.7	1293 $\left(\frac{1}{10}\right)$	1105 $\left(\frac{1}{5}\right)$	188	1223 $\left(\frac{1}{10}\right)$	118
3 giorni	13.35	3.8	10.2	257.8	0	0	0	190 $\left(\frac{1}{5}\right)$	190

(*) Per l'acidità libera fu adoperato come indicatore l'arancio di metile, per i sali acidi la carta di tornasole. In altre parole, la prima colonna porta l'acidità forte, la seconda l'acidità debole.

Sviluppo del lievito.

	Semina		Raccolta		Aumento	
	secca	fresca	secca	fresca	secco	fresco
A. . .	0. 5276 g.	2. 1104 g.	1. 0912 g.	4. 3648 g.	0. 5636 g.	2. 2544 g.
B. . .	»	»	1. 4904 »	5. 9616 »	0. 9628 »	3. 8512 »
C. . .	»	»	1. 6102 »	6. 4408 »	1. 0326 »	4. 3304 »
D. . .	»	»	1. 9491 »	7. 7964 »	1. 4215 »	5. 6860 »

Invertasi interna.

	Lorda	In tutta la messe	In 10 cmc. di succo
A.	4420 $\left(\frac{1}{20}\right)$	26520	80990
B.	5680 $\left(\frac{1}{20}\right)$	34080	76030
C.	4280 $\left(\frac{1}{20}\right)$	36808	76190
D.	5120 $\left(\frac{1}{20}\right)$	40960	69980

In connessione a questa esperienza osserviamo che nel liquido esterno, con l'aumento della viscosità, è sempre minore l'attività inversiva. In ogni cultura poi, col diminuire la viscosità durante la fermentazione, aumenta il vigore inversivo; è da notarsi però che in tutte le culture accadde un discreto aumento dell'acidità. Lo sviluppo è favorito proporzionalmente a la viscosità dell'ambiente, mentre si fa minore la produzione interna d'invertina.

b) *Mucor stolonifer.*

Ognuna delle 4 culture ricevette 225 cmc. della solita soluzione addizionata di mosto. *A* era il testimone, *B* conteneva 2 %, *C* 3 %, *D* 4 % gelatina purificata. In *B* la determinazione della viscosità fu possibile solo dopo 3 giorni di sviluppo della Mucorinea, in *C* e *D* dopo 5 giorni. Durata: 24 febbraio-5 marzo 1906. Temperatura: 25°.

Variazioni nel liquido esterno.

DATA	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	libera	sali acidi	Acqua = 100	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Prima della semina:								
A.	0.2	5.4	142.2	2460 $\left(\frac{1}{20}\right)$	185 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2275	—	—
B.	»	»	∞	»	»	»	—	—
C.	»	»	∞	»	»	»	—	—
D.	»	»	∞	»	»	»	—	—
Dopo la semina:								
A.								
3 giorni. . . .	0.6	6.0	138.2	1783 $\left(\frac{1}{20}\right)$	90 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1693	128 $\left(\frac{1}{2}\right)$	38
5 »	3.0	9.5	130.6	1700 $\left(\frac{1}{10}\right)$	147 $\left(\frac{1}{1}\right)$	1553	406 $\left(\frac{1}{2}\right)$	259
9 »	6.0	11.8	121.4	513 $\left(\frac{1}{5}\right)$	197 $\left(\frac{1}{1}\right)$	316	375 $\left(\frac{1}{5}\right)$	178
B.								
3 giorni. . . .	0.7	4.5	621.8	1950 $\left(\frac{1}{10}\right)$	tracce	1950	5.6 $\left(\frac{1}{1}\right)$	5.6
5 »	1.0	6.8	354.2	1750 $\left(\frac{1}{10}\right)$	tracce	1750	127 $\left(\frac{1}{2}\right)$	126
9 »	8.0	12.8	172.5	687 $\left(\frac{1}{5}\right)$	245 $\left(\frac{1}{5}\right)$	442	370 $\left(\frac{1}{5}\right)$	125
C.								
3 giorni. . . .	0.6	5.5	∞	1750 $\left(\frac{1}{10}\right)$	0	1750	tracce	tracce
5 »	0.2	7.5	1152.4	1730 $\left(\frac{1}{10}\right)$	tracce	1730	tracce	tracce
9 »	7.2	10.8	241.3	640 $\left(\frac{1}{10}\right)$	210 $\left(\frac{1}{5}\right)$	430	250 $\left(\frac{1}{5}\right)$	40
D.								
3 giorni. . . .	0.5	5.2	∞	1810 $\left(\frac{1}{10}\right)$	0	1810	0	0
5 »	0.2	7.5	1313.2	1440 $\left(\frac{1}{10}\right)$	tracce	1490	tracce	tracce
9 »	7.2	13.3	340.8	537 $\left(\frac{1}{5}\right)$	145 $\left(\frac{1}{1}\right)$	392	157 $\left(\frac{1}{2}\right)$	12

Sviluppo del fungo.

	Porzione seccata		Porzione pestata	Totale	Acqua del micelio
	fresca	secca	fresca	fresco	
A.	0.4844 g.	0.1238 g.	10.7518 g.	11.0562 g.	8.213 g.
B.	0.7436 »	0.2323 »	11.0792 »	11.8226 »	8.134 »
C.	0.7996 »	0.2670 »	11.7259 »	12.5255 »	8.347 »
D.	0.5825 »	0.1934 »	12.4694 »	13.0519 »	10.97 »

Invertasi interna.

	Lorda	Nella porzione tritata	In tutto il micelio	In 10 cmc. di succo
A. . . .	320 $\left(\frac{1}{2}\right)$	3200	3344	4071
B. . . .	310 $\left(\frac{1}{2}\right)$	3100	3311	4070
C. . . .	117.9 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1179	2066	2476
D. . . .	196.8 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1968	2061	1876

In questa esperienza l'influenza della viscosità dell'ambiente risalta anche meglio che nella precedente. Il forte aumento di acidità dopo il 5° giorno di vegetazione fu dovuto a la fluidificazione progressiva e parzialè idrolisi della gelatina, per cui si formarono molti aminoacidi, a l'assorbimento favorito di ammoniaca, per cui rimase fuori l'acido tartarico, a la secrezione di acido ossalico da parte del fungo. L'attività invertasica però non crebbe per questo aumento dell'acidità nelle culture di gelatina, come dimostra il confronto con la cultura *A*, in cui anzi l'invertasi diminuisce a poco a poco nel liquido esterno, ma perchè, a mano a mano che la viscosità del substrato diminuiva, sempre più invertasi diffondeva dal micelio.

5. — Influenza dei colloidi su l'attività dell'invertasi.

a) *Considerazioni teoriche.*

Le laboriose ricerche che fin qui abbiamo esposte, dimostrano l'influenza della natura colloide del substrato su la secrezione dell'enzima, come pure su la sua produzione intracellulare e su lo sviluppo

dell'organismo saprofita. Questi fatti hanno un'importanza difficilmente misurabile per la fisiologia dell'alimentazione, con speciale riguardo del meccanismo della digestione, perchè la massima parte degli alimenti, anzi gli alimenti preferiti da gli esseri saprofiti vegetali ed animali che popolano il nostro pianeta, sono di natura colloide (sostanze proteiche, carbidrati, lecitine).

Non possiamo quindi considerare chiuso l'argomento, senza rivolgerci una domanda: influenzano i colloidi solamente la secrezione, o anche l'attività dell'invertasi, o più tosto solamente questa? La domanda è malsicura, perchè la « sostanza » enzima, sebbene tutti oggi sieno convinti della sua esistenza (1), nessuno l'ha mai vista: noi conosciamo dell'enzima solamente la sua attività. Siccome però in generale l'attività degli enzimi non varia proporzionalmente a la loro concentrazione, ma dipende da un gran numero di fattori, quasi tutti di natura fisica, così è lecito obbiettare, che le variazioni nell'attività inversiva estracellulare non debbono sempre essere necessariamente consentanee con le variazioni nella secrezione dell'enzima.

Ciò mi ha condotto a studiare l'azione dei 6 colloidi sperimentati su l'attività dell'invertasi.

Levi (2) ha trovato che la silice (1.5-2 %) non ha influenza su l'inversione del saccarosio con acido cloridrico diluito, nè diminuisce la conducibilità elettrolitica nè la pressione osmotica di soluzioni, ciò che non fanno neppure la gelatina al 0. 6 % e l'agar a l'1 %. In ciò egli si trova d'accordo con Graham (3), Voigtländer (4) e Reformatsky (5), però già Arrhenius (6) aveva insistito su l'influenza dell'attrito interno delle soluzioni su la loro conducibilità elettrolitica e Pringsheim (7) aveva mostrato, che attraverso la gelatina e l'agar-agar solide le sostanze diffondono con lentezza estrema.

(1) Czapek F. — *Biochemie der Pflanzen*, vol. I, p. 58 (1904).

(2) Levi G. — *Contributo a lo studio della dissociazione in soluzioni colloidali*, Gazz. chim. italiana, vol. XXX, II Sem., p. 64 (1900).

(3) Graham Th. — *Anwendung der Diffusion der Flüssigkeiten zur Analyse*, Ann. d. Chemie, CXXI, p. 1 (1862).

(4) Voigtländer. — *Ueber die Diffusion in Agargallerten*, Zeitschr f. physik., Chem., III, p. 316 (1889).

(5) Reformatsky. — *Ueber die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen in Gallerten*, Ibidem, VII, p. 34 (1891).

(6) Arrhenius Sv. — *Ueber die Aenderung der elektrischen Leitung durch die Reibung*, Ibidem, IX, p. 487 (1892).

(7) Pringsheim N. — *Ueber Niederschlagsmembranen*, Jahrb. f. wiss., Bot., Bd. XXVIII, p. 1 (1895).

Recentemente Kurt Meyer (1) ha trovato che il rallentamento della diffusione in cilindri di gelatina ed albumina può raggiungere il 30-50 %. Anche Nell (2) è arrivato a resultati analoghi.

Se un dubbio è ancora possibile per la diffusione dei cristalloidi, altra è la cosa per i colloidi stessi, i quali diffondono con somma lentezza anche nelle soluzioni diluite di cristalloidi, vengono enormemente frenati da le micelle di altri colloidi e si arrestano addirittura di fronte ai colloidi gelatinosi (3).

Ora, ammesso che le soluzioni enzimatiche sieno liquidi eterogenei, in cui ogni micella di enzima costituisca una fase colloidale sospesa nella fase acquosa, ad esse è applicabile la teoria di Nernst (4), secondo la quale la velocità di reazione nei sistemi eterogenei dipende puramente da la velocità di diffusione attraverso le superficie limitanti le fasi. Infatti le esperienze di Brunner (5) hanno dimostrato che, se è diminuita la velocità di diffusione per la presenza di un sottile strato di gomma dragante, la velocità di soluzione di un corpo solido in acqua o in acidi è pure proporzionalmente diminuita.

L'applicazione della teoria di Nernst all'enzima porta a la seguente concezione: La rapidità con cui la sostanza è decomposta dipende da la rapidità con cui essa penetra nella micella dell'enzima, nel cui interno essa si decompone. La micella di enzima però dopo un certo tempo ne è carica, ed i prodotti di reazione debbono uscire, altrimenti è raggiunto l'equilibrio od entra in scena la reazione inversa. Dunque in secondo luogo la rapidità di decomposizione dipende da la velocità di uscita dei prodotti della reazione da la micella di enzima, cioè da la loro velocità di diffusione nella fase enzima e nella fase acquosa. In altre parole si ha come in qualsiasi sistema eterogeneo, una *ripartizione* dell'idrolito fra la fase acquosa e la fase colloidale (le micelle di enzima), con preferenza di quest'ultimo.

Presso alcuni Autori precedenti, specialmente presso Herzog (6), troviamo già una idea simile a questa, ma più rozza. Egli consi-

(1) Meyer K. — *Ueber die Diffusion in Gallerten*, Beitr. z. chem., Physiol. u. Pathol., VII, p. 393 (1905).

(2) Nell P. — *Diffusionsvorgänge wässriger Lösungen in Gelatine*, Ann. d. Physik, (4), XVIII, p. 323 (1905).

(3) Nernst. — *Theoretische Chemie*, III Ediz., p. 389 (1900). — Czapek. *L. c.*, vol. I, p. 62 (1904). — Bottazzi. — *Principii di fisiologia*, vol. I, p. 181 (1906).

(4) *Theorie der Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen*, Zeitschr. f. physik. Chem., XLVII, pp. 52-55 (1904).

(5) Brunner. — Ibidem, p. 56.

(6) *Ueber die Geschwindigkeit enzymatischer Reaktionen*, Zeitschr. f. physiol. Chem., XLI, p. 416 (1904).

dera la soluzione enzimatica come un sistema *capillare* eterogeneo e ritiene che la velocità di reazione diminuisca con l'aumento di concentrazione del substrato per l'aumento dell'attrito interno.

Anche Henri, a cui si deve una lunga serie di ricerche sul meccanismo delle azioni enzimatiche, è entrato da alcuni mesi in questo ordine di idee. Egli ritiene che la teoria di Nernst non sia applicabile agli enzimi, perchè si avrebbero costanti di reazione più grandi del vero, però crede che la sostanza si ripartisca fra soluzione e fase colloidale e la velocità di reazione *a la superficie* del colloide sia proporzionale a la concentrazione *nella* fase colloidale, ed insiste su l'importanza della viscosità per spiegare il rallentamento dell'azione enzimatica nelle soluzioni concentrate (1). In un ulteriore studio, Henri dimostra direttamente che anche la ripartizione del fermento ha una grande importanza (2).

In questo suo novo modo di vedere, Henri non tiene però conto della concentrazione delle molecole di acqua *nella* fase colloidale e del loro allontanamento da questa, nè a le variazioni di concentrazione delle molecole di acqua *nella* fase colloidale, che fanno diventare bimolecolare la reazione e quindi ne diminuiscono la velocità, nè infine a la reversione, che di ciò è la conseguenza, come Visser ha mostrato (3). Su quest'ultimo punto avremo campo di trattenerci in un lavoro su la revertasi, nel quale esporremo anche la nostra teoria sul meccanismo di reazione dell' invertasi (4).

Ritornando su l'importanza della viscosità, ricorderemo che Senter (5), pur non volendo applicare agli enzimi la teoria di Nernst, ha osservato che l'attività degli enzimi diminuisce proporzionalmente a l'aumento della viscosità.

A l'infuori di questo lavoro di Senter, mancano su questo punto tanto importante ricerche dirette. Pure è noto che il peptone frena l'attività presamica della chimosina (6) e che l'aggiunta di albumine diverse diminuisce l'attività della endotripsina del lievito (7).

(1) Henri V. — *Gesetze der Enzymwickung und heterogene Katalyse.* Zeitschr. f. Elektrochemie, XI, pp. 790-794 (27 ottobre 1905).

(2) Henri. — *Action de l'invertase dans un milieu hétérogène*, Comptes rendus, CXLII, pp. 97-100 (1906).

(3) Visser A. W. — *Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht in heterogenen Systemen und deren Anwendung auf die Enzymwirkungen*, Zeitschr. f. physik. Chemie LII, pp. 257-309 (1905).

(4) Una nota preliminare è già comparsa in: Rendiconti Accademia Lincei, (5) XV, I, Sem. p. 587 (1906).

(5) Senter. — *Velocity of reaction in heterogeneous Systems, with special reference to enzyme action*, Journ. of physical Chemistry, IX. pp. 311-315 (1905).

(6) Oppenheimer. — *Die Fermente*, II Ediz., p. 183 (1904).

(7) Harden. — Ber. chem. Ges., XXXI, pp. 715-716 (1903).

Infatti è chiaro che, con l'aumento della viscosità, diminuisce la velocità di diffusione della sostanza da decomporre e quindi minore è la quantità di molecole della sostanza che nell'unità di tempo arrivano ad incontrare una determinata quantità di micelle dell'enzima, come pure più lento è l'allontanarsi dei prodotti della reazione, che ostacolano l'azione litica.

Per l'invertasi mancano misure dirette, per cui ho dovuto eseguirle da me.

b) *Lievito Chianti N. 31.*

Il liquido di una cultura di 8 giorni, privo di saccarosio, conteneva 275. 2 mg. CuO glucosio per 10 cmc. La sua acidità era pari a 2.5 cmc. (acidi forti) o 3-4 cmc. (acidi deboli e sali acidi) $^1/_{10}$ norm. Esso conteneva ancora molta invertasi, per cui fu separato per filtrazione attraverso carta da barite da le cellule di lievito e servì a la seguente esperienza: 5 cmc. di questo liquido + 5 cmc. acqua furono tenuti a 100° 20 minuti; dopo mescolati con 10 cmc. saccarosio al 40 %, invertirono a 56° in un'ora 4. 8 mg. CuO-hexosio.

A. 5 cmc. liq. inversivo + 5 cmc. acqua + 10 cmc. 40 % saccarosio
B. 5 » » + 5 » peptone al 5 % + 10 cmc. saccarosio al 40 %
C. 5 » » + 5 » gomma » 5 % + 10 » » 40 %
D. 5 » » + 5 » gelatina » 5 % + 10 » » 40 %
} tenuti a 56° per un'ora.

Passata l'ora fu determinata la viscosità (a 25°) e lo zucchero riduttore.

	Viscosità	Invertasi lorda	Hexosio iniziale	Inversione non enzimatica	Invertasi netta
A (acqua)	125. 8	430	275. 2	4. 8	200
B (peptone)	180. 8	338	»	»	58
C (gomma)	243. 2	347. 4	»	»	67. 4
D (gelatina)	305. 8	413. 1	»	»	133. 1

Da questa esperienza, risulta che il peptone, la gomma arabica e la gelatina all'1. 25 %, cioè nella stessa concentrazione in cui essi si trovavano nelle prove d'inversione di tutte le esperienze precedenti, in cui il liquido culturale ne conteneva 2. 5 %, diminuiscono fortemente l'attività dell'invertasi di lievito; se aggiungiamo la silice, la quale affretta quest'attività, la scala in ordine decrescente dei quattro colloidi sperimentati sul lievito, è la seguente:

peptone > gomma > gelatina > silice.

La soluzione nutritizia con silice al 2. 5 % ha una viscosità assai variabile, a seconda dei momenti in cui la si esamina; quella del

Mucor stolonifer (esper. IV. p. 245) aveva una viscosità pari a 258. 6, cioè circa quanto la soluzione nutritizia con gomma al 3 %.

Da questi numeri risulta già che la viscosità non è il fattore principale della diminuzione dell'attività enzimatica, o per lo meno questa non varia proporzionalmente a quella, perchè in ordine di viscosità decrescente si ha, per le soluzioni nutritizie con 2. 5 % di colloide, la scala seguente:

gelatina > silice > gomma > peptone.

Per dimostrare più evidentemente questo fatto, ho coltivato lievito Chianti n. 31 in *soluzioni isoviscose*. Non è facile preparare soluzioni nutritizie isoviscose; bisogna procedere empiricamente e tener conto del tempo e modo di sterilizzazione. Furono disposte 5 culture, ognuna con 400 cmc. della consueta soluzione nutritizia priva di essosio. *A* era il testimone, le altre culture contenevano quantità diverse dei quattro colloidi, in modo che la viscosità fosse pressochè eguale. La viscosità fu determinata dopo la sterilizzazione (*E* sterilizzato in modo speciale, v. pag. 243), immediatamente prima della semina, togliendo il saggio con pipetta sterile. Ogni cultura ricevette 0. 458 g. di lievito secco (= 1. 832 g. di lievito fresco). Durata: 29-31 marzo 1906. Temperatura: 25°.

COMPOSIZIONE	Acidità — cmc. 1/10 norm.	Viscosità a 25° — Acqua = 100	Zucchero		
			totale	riduttore	saccarosio
Prima della semina:					
A 400 cmc. *norm.*	5. 4	138. 5	2935 $\left(\frac{1}{20}\right)$	0	2935
B » » con 2. 5 % peptone . . .	»	180. 6	»	»	»
C » » » 2. 0 » gomma arabica	»	182. 9	»	»	»
D » » » 1. 0 » gelatina . . .	»	183. 7	»	»	»
E » » » 2. 0 » silice.	»	181. 6	»	»	»

	Acidità — cmc. 1/10 norm.	Viscosità	Zucchero			Invertasi	
			totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
Dopo 2 giorni:							
A	6. 8	127. 8	640 $\left(\frac{1}{10}\right)$	578 $\left(\frac{1}{4}\right)$	62	1235 $\left(\frac{1}{10}\right)$	657
B	6. 3	161. 6	770 $\left(\frac{1}{10}\right)$	610 $\left(\frac{1}{5}\right)$	160	1122 $\left(\frac{1}{10}\right)$	512
C	7. 4	168. 0	680 $\left(\frac{1}{10}\right)$	317 $\left(\frac{1}{2}\right)$	363	745 $\left(\frac{1}{10}\right)$	428
D	8. 2	158. 2	714 $\left(\frac{1}{10}\right)$	516 $\left(\frac{1}{2}\right)$	198	1086 $\left(\frac{1}{10}\right)$	570
E	7. 8	—*	530 $\left(\frac{1}{10}\right)$	401 $\left(\frac{1}{2}\right)$	129	1209 $\left(\frac{1}{10}\right)$	808

* Impossibile determinarla, perchè la silice si era aggrumata.

D'accordo con tutte le altre esperienze, anche questa prova mostra che i quattro colloidi diminuiscono bensì l'attività invertasica estracellulare, ma senza una relazione netta con la viscosità.

c) *Mucor Mucedo.*

Dopo 10 giorni di cultura nella consueta soluzione con mosto, il liquido fu filtrato. Esso conteneva 240 mg. CuO-essosio per 10 cmc, ed aveva una acidità pari a 2. 8 cmc. (acidi forti) o 7. 2 (acidi liberi e sali acidi) $^1/_{10}$ norm. 5 cmc. + 5 cmc. acqua + 10 cmc. di saccarosio al 10 % furono scaldati a 100° per 20 minuti; nella successiva prova d'inversione a 56° si ebbero 7.5 mg. di CuO, corrispondente ad essosio formatosi. Allora posi:

A. 5 cmc. liq. inversivo + 5 cmc. acqua + 10 cmc. saccarosio al 40 %.
B. 5 » » + 5 » peptone al 5 % + 10 cmc. saccarosio al 40 %
C. 5 » » + 5 » gomma » 5 % + 10 » » » 40 %
D. 5 » » + 5 » gelatina » 5 % + 10 » » » 40 %
E. 5 » » + 5 » agar-agar » 0.5 % + 10 » » » 40 %
F. 5 » » + 5 » amido sol. » 2 % + 10 » » » 40 %

} a 56° per un'ora.

Passata l'ora, fu determinata la viscosità e lo zucchero riduttore.

	Viscosità	Invertasi lorda	Hexosio iniziale	Inversione non enzimatica	Invertasi netta
A.	136. 2	328 $\left(\frac{1}{2}\right)$	240	7. 5	80. 5
B.	183. 4	380 »	»	»	32. 5
C.	258. 6	402 »	»	»	154. 5
D.	308. 2	270 »	»	»	22. 5
E.	412. 6	334 »	»	»	88. 5
F.	242. 0	308 »	»	»	60. 5

Di qui vediamo che l'attività dell'invertasi di *Mucor Mucedo* è diminuita da i diversi colloidi nel seguente ordine decrescente:

gelatina > peptone > amido > agar > gomma > silice,

senza una relazione netta con la loro viscosità.

d) *Secrezione ed attività dell'enzima.*

La constatazione di questi fatti rende di nuovo oscura la questione, perchè ora incalza la domanda: nelle nostre esperienze, era uscito in presenza del colloide *meno enzima* dalle cellule, o soltanto la sua *attività* era minore?

Anzitutto faccio notare, come già sopra ho detto, che la domanda ha ben poco fondamento, perchè non possiamo conoscere mai la *quantità*, ma solo l'*attività* di un enzima. Ma abbiamo visto che la stessa quantità di enzima sviluppa un'attività ben diversa, a seconda del colloide presente. Ciò porta a la conclusione, che la semplice misura dell'attività non basta per determinare quantitativamente un enzima.

Nel nostro caso però l'esame particolareggiato delle numerose esperienze ci permette di *intravedere* attraverso le variazioni dell'attività, anche le variazioni della quantità di enzima. Nel lavoro su la proinvertasi e revertasi vedremo poi meglio, come si svolgano queste variazioni, e perchè i colloidi esercitino quell'azione deprimente su l'invertasi, azione che è soltanto apparente. Qui possiamo osservare, rimanendo ai resultati esposti nel lavoro precedente ed in questo, che p. es. per la silice, che accelera assai l'azione dell'invertasi, l'eguale o minore attività invertasica estracellulare nelle culture con silice, non può essere ascritta ad altro se non ad una minor secrezione d'enzima. Lo stesso vale per la gomma e l'agar rispetto a l'invertasi di *Mucor*.

Quanto a gli altri colloidi, che frenano più o meno l'attività dell'invertasi, osserviamo anzitutto che in loro presenza l'attività invertasica estracellulare nelle culture diminuisce nell'ordine:

gomma > peptone > gelatina > silice,

per il lievito e

gelatina > gomma > amido > agar > peptone > silice,

per il *Mucor*, ordine che non è in alcuna relazione con la diminuzione di attività di uno stesso liquido invertasico a 56° in presenza di questi colloidi.

Inoltre con l'età aumenta in tutte le condizioni l'inversione estracellulare, mentre la viscosità nelle soluzioni con gomma ed amido non diminuisce e in quelle con gelatina, agar o peptone si fa minore. Poi, il lievito che è stato coltivato in presenza di colloide cede a le acque di lavaggio privo di colloide meno invertina, anche quando ne contiene di più.

6. - Conclusione.

I risultati empirici di questo lavoro, che è una continuazione del precedente (Ann. di Botan., vol. III, p. 143) e non tocca affatto il lato causale della questione, sono:

1. Oltre a la *gomma arabica*, anche gli altri colloidi sperimentati (*peptone, gelatina, silice colloidale, amido solubile, agar-agar*) diminuiscono l'attività inversiva estracellulare nelle culture di *Mucor Mucedo, stolonifer* e *Saccharomyces ellipsoideus* (razza Chianti, n. 31). Essi diminuiscono anche la produzione intracellulare dell'enzima, mentre favoriscono lo sviluppo di questi organismi.

2. La gomma arabica ha lo stesso effetto su *Phycomyces nitens*, in grado maggiore o minore su *Penicillium glaucum* e *Botrytis cinerea*; lo stesso vale per la gelatina rispetto a quest'ultimo fungo. Si tratta dunque di fenomeni generali.

3. Nelle cellule di lievito l'invertina raggiunge un massimo in principio dello sviluppo e poi diminuisce consentaneamente dentro e fuori la cellula, se il liquido ambiente è privo di colloidi. Invece in presenza di questi essa raggiunge il massimo egualmente al principio della fermentazione *nell'interno* della cellula, ma di fuori solamente più tardi. In seguito diminuisce ancora come in assenza del colloide.

Nel *Mucor Mucedo* l'invertasi interna raggiunge un massimo verso il 6° giorno nelle culture a substrato non colloidale, mentre in presenza di colloide aumenta lentamente, ma continuamente, con l'età. L'invertasi esterna in ambedue i casi aumenta continuamente, sebbene sia sempre in quantità esigua: anzi in substrato colloidale nei primi giorni la secrezione è appena sensibile.

4. Con l'aumento di concentrazione di uno stesso colloide, diminuisce gradatamente, sebbene non proporzionalmente, l'attività inversiva estracellulare ed intracellulare, aumenta lo sviluppo vegetativo. Nelle culture con gelatina, agar-agar, peptone, gomma, amido solubile, parallelamente a la progressiva diminuzione di viscosità cresce l'attività inversiva estracellulare. Ma una relazione costante fra viscosità del medium e secrezione o produzione di enzima non esiste.

5. I detti colloidi, ad eccezione della silice, deprimono tutti più o meno l'attività delle soluzioni di invertina in vitro; la silice invece la esalta. Quindi si potrebbe credere, che la diminuzione dell'attività invertasica estracellulare sia soltanto apparentemente dovuta ad una minor secrezione di enzima, in realtà dipenda da la paralisi dell'enzima per opera del colloide. Esistono però casi favorevoli, in cui bisogna ammettere che anche l'attività secretoria sia realmente diminuita, p. es. quando il lievito contiene più invertasi (interna) in presenza che in assenza di colloide, e pure ne cede meno a le acque di lavaggio, prive di colloide. Ad ogni modo, è compito del lavoro seguente risolvere tale questione, con la quale si

collega l'altra generale, se sia lecito determinare quantitativamente un enzima misurandone l'attività.

6. Nelle culture con silice spesso il lievito si agglutina e fa agglutinare anche la silice in fiocchi o grumi più o meno grossi. Allora l'invertasi secreta si ripartisce fra le due fasi con preferenza della fase colloidale. L'azione accelerante della silice su l'invertasi comincia ad essere sensibile oltre i 35° C, manca a temperature più basse.

Roma; Laboratorio di Fisiologia del R. Istituto Botanico; luglio 1906.

Contribuzione allo studio della flora delle saline di Cagliari

del dott. Angelo Casu

Parte III. — RESISTENZA FISIOLOGICA DELLA FLORA DELLE SALINE ALL'AZIONE DEL SALE MARINO.

Dalle osservazioni di biologia generale sulla flora delle saline di Cagliari (1) sono scaturite tre quistioni distinte le quali paiono essere in rapporto di dipendenza colla presenza del sale marino del terreno.

Esse sono:

1° *La distribuzione sporadica di tutte le specie di piante ed il loro microfitismo generale;*

2° *La prevalenza del numero e dell' estensione delle specie erbacee sulle legnose;*

3° *La prevalente ubicazione di determinate specie vegetali (halophytae), in contatto di soluzioni saline.*

Altrove ho già riferito alcune notizie bibliografiche (2) sulla interpretazione generale di questi fatti: qui continuerò l'esame dei lavori in merito, almeno di quelli che ho potuto avere in comunicazione; e di ciascuno dirò del criterio e del metodo di osservazione o di esperimento, e delle conclusioni alle quali si venne.

(1) A. Casu. — *Contribuzione allo studio della flora delle saline di Cagliari.* Parte I. Biologia. (Annali di Botan. del Prof. R. Pirotta, vol. II, fasc. 3°. Roma, 1905).

(2) A. Casu. — *Loc. cit.*

Non credetti opportuno limitarmi al solo esame di queste ultime poichè la contradizione in cui spesso si trovano non può essere altrimenti spiegata se non colla conoscenza del processo, sperimentale o no, con cui furono dedotte.

Per una più facile intelligenza avverto subito che il contenuto del presente lavoro è stato ordinato nel modo seguente:

I. — Parte bibliografica.

1° *Notizie generali sul valore biologico degli elementi del terreno;*

2° *Notizie particolari sul valore biologico del sale marino dedotto dalla topografia delle piante;*

3° *Notizie particolari sul valore biologico del sale marino in rapporto all'energia assimilatrice delle piante;*

4° *Notizie particolari sul valore biologico del sale marino in rapporto alla struttura delle piante;*

5° *Notizie particolari sul valore biologico del sale marino in rapporto al suo coefficente tossico.*

II. — Parte speciale.

1° *Studio fisico-chimico del terreno delle saline e del littorale alla superficie, nel periodo in cui i semi sono in germinazione o da poco germinati;*

2° *Studio fisico-chimico del terreno delle saline e del littorale a diverse profondità nel periodo di accrescimento delle piante;*

3° *Studio comparato della costituzione chimica del terreno e delle piante spontanee.*

Considerazioni e conclusioni.

I. — Parte bibliografica.

1. — Notizie generali sul valore biologico degli elementi del terreno.

« Chiamo *valore biologico* di un dato elemento fisico-chimico del « terreno, l'influenza che esso può esercitare sulla vegetazione e « conseguente prosperità e ubicazione delle varie specie vegetali, e « lo deduco dal rapporto che può esistere tra la sua presenza nel « terreno stesso e nella pianta e gli effetti che in questa gli cor- « rispondono ».

Le osservazioni che formano argomento di questo lavoro furono appunto istituite con criterio comparato allo scopo di conoscere quale relazione esistesse tra alcuni sali del terreno (considerati nella qualità, quantità e distribuzione) e la quantità e la qualità assorbitane da piante che parevano presentare casi tipici di sviluppo (triste o rigoglioso) in dipendenza della loro presenza ed azione. Queste cognizioni apparvero assai per tempo una condizione *sine qua non* per tentare la spiegazione dei fatti di biologia generale osservati in queste saline e altrove descritti. Ma prima di esporne i risultati credo opportuno premettere alcune considerazioni sulle notizie generali che si hanno circa l'influenza degli elementi del terreno sulla vegetazione delle piante e particolarmente di quella del sale marino. E ciò perchè, oltre ad essere di aiuto all'interpretazione dei risultati che verranno qui riferiti, suggeriscono anche utili considerazioni sul modo come l'interpretazione di un dato fenomeno possa cambiare col cambiare delle condizioni di osservazione e dei punti di vista sotto cui può essere in modo differente considerato.

L'influenza che un dato elemento del terreno, o dell'ambiente in genere, può esercitare sulla vita delle piante, costituisce da tempo il soggetto interessante di molte ricerche e forse nessuna quistione biologica è stata tanto studiata quanto questa. Le notizie che se ne hanno sono perciò numerose, e particolarmente quelle sulla funzione del calcio, del silicio e del cloruro di sodio: però non sono conformi nè coordinate ad una stessa affermazione: anzi, e questo è per me l'interessante, la quistione studiata sotto i punti di vista più diversi, è stata risoluta in modo troppo contradittorio. Tuttavia il concetto generale che si aveva un tempo della funzione di uno di questi elementi del terreno, dedotto con criterio puramente in-

duttivo dalle osservazioni elementari e macroscopiche, è andato gradatamente modificandosi in dipendenza dei risultati ottenuti colle culture sperimentali e colle ricerche analitiche rispondenti almeno in parte a criterio razionale.

L'osservazione elementare scopre che vi sono specie di piante le quali localizzano la loro vegetazione, oppure si presentano prevalenti in zone di terreno più o meno vaste e aventi caratteri che li contradistinguono. Questi possono consistere o nella prevalenza di uno degli elementi che li costituisce p. es. del calcio, del silicio, dei sali di sodio, dell'acqua ecc., oppure nella loro particolare divisione e aggregazione meccanica. Si hanno perciò i noti terreni calcari, silicici, salati, umidi, inquinati, asciutti, sciolti, compatti, sabbiosi, pietrosi, argillosi marnosi, ecc. E questi caratteri eminenti non si presentano mai soli, ma generalmente associati con altri, in modo da costituire tante qualità di terreni quante sono le differenti possibili combinazioni di tutti gli *n* caratteri presi 2 a 2, 3 a 3, 4 a 4... (n-1) a (n-1), n a n, offrendo così tutte quelle gradazioni di passaggio che sono il fatto più comune ad osservarsi, spesso anche in piccole estensioni di terreno. Dipendentemente, le specie vegetali che si mostrano esclusive o prevalenti di uno di questi terreni tipici prendono i nomi di *calcicole, silicicole, alofile,* ... ecc. i quali in origine volevano significare non solo l'elemento col quale le piante avevano contatto, ma racchiudevano anche il concetto elementare di ciò che si credeva fosse l'azione del calcio, silicio, sali, ecc. sulle diverse specie vegetali. Ond'è che queste furono, e sono tuttora considerate come *amanti* rispettivamente di una di queste sostanze, e così si definì o si credette definire ad un tempo e in forma empirica il fatto *topografico-biologico,* consistente nella speciale distribuzione di queste piante, e quello *fisiologico* o *biochimico* consistente nel modo come i detti elementi possono agire.

Ma se gli autori per molto tempo si trovarono d'accordo in queste denominazioni e nel loro significato finchè si limitarono alla descrizione dei fatti di biologia che l'occhio nudo può scoprire, non lo furono più quando con metodo sperimentale tentarono di stabilire il rapporto che esisteva tra i componenti del terreno e quelli della pianta, o il modo come le diverse specie vegetali venissero influenzate nella vita, forma e distribuzione, dai diversi elementi chimici del terreno, o quando vollero determinare il quantitativo massimo che quelle possono assorbirne e tollerare nel loro organismo.

Nel caso speciale delle Alofite, la loro esclusiva o prevalente vegetazione in terreni salati non fu, per molto tempo, in alcun modo spiegata; forse perchè una spiegazione si riteneva superflua. Solo

si ammetteva nelle piante una certa facoltà di scegliere quella data stazione, ed in questa, il sale marino, che, secondo quanto ancora ne scrive il Masclef, « recherchent partout où elles peuvent le rencontrer » (1). Senonchè l'osservazione scopre che, nonostante questa facoltà insita nelle Alofite, la loro vegetazione ha luogo anche in terreni poveri di sal marino e spesso in quelli che ne sono affatto privi ed a breve distanza da tratti salati e scoperti d'ogni vegetazione. E chi ha conoscenza del terreno e della flora littoranea sa bene quanto questi esempi sieno comuni. Il Masclef, (2) per i casi da lui osservati, li spiega osservando che le specie Alofite « attirées d'abord par la présence du sel marin, ont fini, par une *adaptation lente*, à s'habituer dans un milieu non salé, quand le Chlorure de sodium, après une diminution graduée et presque insensible eut complètement disparu ». Questa non è una spiegazione, ma una constatazione di fatto, che alla sua volta porta alla domanda: In che consiste l'adattamento delle piante Alofite ai terreni non salati? È di natura fisica o metafisica? E se è di natura fisica, consiste essa in particolari fatti fisiologici (p. es. costituzione specifica del plasma) od in fatti strutturali (struttura delle piante): o negli uni e negli altri ad un tempo?

È chiaro, non potrà mai spiegarsi l'adattamento di un organismo ad un ambiente anormale quando prima non si conosca la sua modalità di essere nell'ambiente che gli è normale, epperò la questione contenuta in questi limiti si aggira in un circolo vizioso.

Pertanto, la mancanza di cognizioni sufficienti per rispondervi portò, e porta tuttora, ad affermazioni come queste, vaghe e vuote di contenuto che perpetuano il contrasto tra la fisica e la metafisica. E ciò perchè troppo spesso il biologo di fronte ad un fatto di cui gli sfugge la dimostrazione, e per un senso di dignità male intesa, piuttosto che confessare l'insufficienza dei propri mezzi e delle cognizioni, fa appello *all'impossibile*, e riveste i fatti stessi di quel carattere *antropomorfico* che lo toglie dall'imbarazzo di ogni esame. E così « *piante alofite sono quelle che, amanti del sale, si localizzano dappertutto dove possono trovarlo!!!*

Comunque elementare ed empirica quest' interpretazione del Masclef, sarebbe stato bene che egli, nel darla, avesse tenuto conto delle osservazioni e delle ricerche degli autori che l'avevano preceduto, i quali nella questione in esame delle Alofite, o in quella

(1) M. Abbè Masclef. — *Etude sur la Géographie Botanique du Nord de la France* — Journal de Botan. Tom. III 1889.

(2) *Loc. cit.*

dell'ubicazione delle specie in generale, avevano dato notizie abbastanza precise e dedotte con criterio sperimentale, come verrà detto in seguito.

Già scrissi altrove che, d'accordo col Delpino, (1) « la distribuzione delle specie deve intendersi come « *un fatto casuale e non intenzionato* » dovuto all'intensità diversa con cui i fattori dell'ambiente influenzano la vita delle piante. Qui soggiungo che fra questi fattori, l'assorbimento delle sostanze del terreno è quello che ha il maggior valore, in quanto introduce nella pianta quella gran massa di materia prima la quale, riuscendo utile, indifferente o nociva alla vita vegetale, determina l'essere o non essere della pianta stessa in un dato punto dello spazio. Si tratta perciò di vedere anzitutto se, date le cognizioni ormai acquisite alla scienza su questa funzione e su quella della nutrizione, sia ancora lecito parlare di « *facoltà di scelta di alimenti* » e quindi anche di stazione. Contemporaneamente al Masclef, il Briosi (2) così scriveva in proposito di altri molti che l'avevano preceduto:

« Per Saussure, l'assorbimento delle varie sostanze in proporzioni per ciascuna diverse, a seconda delle diverse specie di piante, è un fenomeno fisico più che fisiologico nel *senso antico della parola*. Contro questa spiegazione fisica del Saussure sorsero fra gli altri i nostri, Pollini e Trinchinetti i quali, come più tardi il Boussingault ed altri, vollero nel detto fenomeno vedere piuttosto una specie di facoltà propria ed attiva delle radici, per la quale queste scelgono le sostanze che loro meglio convengono a seconda delle specie di di piante alle quali appartengono. Era mettere una frase al posto di una spiegazione che non soddisfaceva o che essi pure non sapevano dare, poichè questa loro forza elettiva era qualche cosa *d'instintivo* della pianta regolato dalla misteriosa forza vitale e non da note forze meccaniche (fisiche e chimiche), dalla dipendenza delle quali unicamente un fenomeno fisiologico può ricevere la sua spiegazione scientifica ».

E molti anni dopo (1896) così scrisse il Sestini (3):

« È dimostrato che le radici non hanno la facoltà di scegliere il proprio nutrimento e che esse non prendono dal terreno o dalle soluzioni nutritizie le sostanze di cui hanno bisogno per nutrirsi, ma anche quelle che per azione osmotica possono entrare nelle radici ».

(1) Id. *loc. cit.*

(2) G. Briosi — *Intorno alle sostanze minerali nelle foglie delle piante sempre verdi* (Atti dell'Istituto Botanico di Pavia - Serie II. Vol. 1° 1888).

(3) F. Sestini. — *Chimica agraria — Nutrizione delle piante* — Pisa — Tipografia F. Mariotti: 1896.

E poichè l'analisi rivela nelle ceneri delle piante non solo ciò che è di loro assoluta necessità, ma anche sostanze inutili e spesso dannose, di quale natura e di quale forma dobbiamo ritenere che sia cotesto loro « *potere elettivo?* » Risponde il Sestini:

« Sia detto con buona pace di chi la pensa diversamente, di scelta nè qualitativa nè quantitativa per parte delle piante ci sembra non debbasi far parola. Il fatto che con quella designazione si vuol indicare, non è una proprietà elettiva delle radici, ma una conseguenza dei mutamenti chimici che hanno luogo nell' interno delle membrane che operano per azione diosmotica sopra le sostanze disciolte nei liquidi che bagnano le cellule o meglio i tessuti, non che dei mutamenti fisici e chimici che hanno luogo nell'interno delle cellule e nei tessuti medesimi ».

Il *potere elettivo* delle piante resta perciò completamente svestito di quel carattere di antropomorfismo che per tanto tempo gli si attribuì, e fu quindi ricondotto nell'ordine di tutti gli altri fenomeni naturali di carattere fisico-chimico sperimentale ben determinato.

La denominazione di pianta « Alofita » conseguentemente cessa pure di significare « *pianta che si fissa dappertutto dove può trovare il sale* », e resta a indicare « una pianta che vegeta più o meno bene anche quando passivamente assorbe e tollera nel proprio corpo una quantità relativamente grande di sali », e ciò in dipendenza di particolari proprietà di struttura, già illustrate o da illustrare.

Solo in questo modo la questione delle « *Alofite e non Alofite* » potè essere oggetto di studi sperimentali e fu possibile anche indagare come ed entro quali limiti si esplichi l'azione del sal marino, e come nei terreni salati possa condurre all'esclusione della generalità delle specie vegetali e alla sopravvivenza di poche altre che presentano una organizzazione tipica.

Nessun'altra sostanza è stata tanto studiata come questa nei suoi rapporti colla vegetazione, come a nessun'altra si sono attribuiti a un tempo tanti pregi e tanti difetti. Tuttavia la letteratura in merito manca di lavori esaurienti che con osservazioni ed esperienze che si completino, illustrino in modo attendibile come detto sale agisca sulle piante.

Il riassunto che fanno il Warming, (1) lo Schimper, (2) il Pfeffer, (3) per non dire di altri, delle conclusioni alle quali vennero i

(1) Eug. Warming. — *Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie* — Berlin, 1896.

(2) A. F. W. Schimper. — *Pflanzengeographie* ecc. Jena 1898.

(3) W. Pfeffer. — *Pflanzenphysiologie* — Leipzig-verlag von Wilhelm Engelmann, 1901.

diversi autori, rispecchia fedelmente il contrasto apparente cui le piante danno luogo nei diversi fatti di vita sui terreni salati. E come in questi ultimi è possibile che si osservino, spesso in una breve superficie, le manifestazioni di vita le più opposte, così anche nella letteratura: e ciò perchè molte interpretazioni in merito altro non sono che la semplice traduzione in linguaggio comune di ciò che si credeva fossero i fatti isolati presi in esame.

2. — Notizie particolari sul valore biologico del sale marino, studiato in rapporto alla topografia delle piante.

Il Masclef (1) scrive che al Nord della Francia « *Vingt* espèces véritablement *maritimes* qui y paraissent fixées par l'influence du *sel marin*, des *vents de la mer* ou de *l'aridité de la station*, s'y modifient assez profondément pour constituer des *formes littorales* spéciales qui y remplacent exclusivement les types spécifiques ». Più oltre continua (2). « *L'influence du sel marin* semble primer toutes les autres. Non seulement elle fixe dans le dunes ou sur les levées des galets une vingtaine d'espèces veritablement *maritimes*, mais elle y modifie profondement huit espèces de la flore terrestre, donnant à quelques-unes de ces *formes littorales* l'aspect de *plantes halophytes* ».

Prende in esame l'influenza del clima, quella del calcare, dei venti del mare e dell'aridità della stazione, e osserva che esse « ne sont plus qu'accessoires et ne se font souvent sentir que d'une manière accidentelle ».

L'autore interpreta tutti questi fatti di biologia da un punto di vista « plus général et plus philosophique » e osserva che bisogna « faire une large part dans les sables maritimes à la *lutte pour l'existence* ».

E continua « *Le manque de concurrents* nombreux sur des terrains ou de grands espaces sont encore presque sans végétation et un *climat plus* doux favorisent l'introduction des espèces continentales: mais ces causes favorables sont souvent contrebalancées ou du moins attenuées par deux influences contraires, *l'aridité de la station* et surtout *l'influence repulsive du sel marin. La lutte pour l'existence* ne transforme nullement les espèces; elle en soumet seulement quelques unes à l'action du milieux ».

(1) Masclef. — *Loc. cit.*, p. 103.
(2) Masclef. — *Loc. cit.*, p. 104.

Con queste ed altre affermazioni che si trovano nel testo del lavoro, l'autore attribuisce al sal marino un valore biologico molto spiccato e preciso negli effetti, sia *nel fissare o nell'escludere* determinate specie, che nel modificarne profondamente delle altre. Non dà però alcuna interpretazione della natura e del modo di agire del sale in parola, e solo rileva come la sua azione non sia la stessa per tutte le piante, e che essa ora è utile e forse necessaria, ed ora dannosa.

Analogamente, M. L. de Lamarlière (1) osserva che l'influenza del sale marino così sensibile per un gran numero di fanerogame, è nullo, o quasi, per i Muschi sul littorale del Nord della Francia, e sarebbe piuttosto repulsiva che attrattiva.

Altrove (2) scrive che le piante che si possono qualificare per alofite a causa della loro affinità, almeno apparente, per il sal marino non tutte meritano questa denominazione nello stesso grado, e conformemente descrive l'ubicazione differente che esse presentano in rapporto alla maggiore o minore ricchezza in acqua salata del terreno.

Il lavoro è puramente topografico-descrittivo e nulla dice sul modo e sulla intensità con cui detto sale può agire sulla vegetazione. Pertanto l'autore così conclude:

« In quanto alle influenze diverse che presiedono alla distribuzione delle specie nelle diverse località, l'influenza preponderante è quella del sal marino (specie alofite), dopo quella del clima (specie littorali ecc.) e infine quella della distribuzione geografica sul continente (specie occidentali e meridionali) ». È interessante il constatare che moltissime specie alofite del littorale del Nord della Francia siano comuni anche alle Saline ed al littorale di Cagliari, nonostante la grande differenza di latitudine. Non solo, ma l'ubicazione delle differenti specie in tratti di terreno sabbioso, asciutto, umido, inquinato ecc. è analoga in ambe le località.

Ciò dimostra all'evidenza che la causa che la determina, più che nel clima, risiede particolarmente sul carattere fisico della stazione littoranea.

Il Ponzo (3) studia la distribuzione della flora littoranea in rapporto ad alcuni caratteri fisico-chimici delle sabbie e del terreno in

(1) L. Geneau de Lamarlière. — *Note sur la flore maritime du Chef Grix-nez.* (*Pas de Calais*). Revue gén. de Bot. 1900, (n. 137-138).

(2) *Etude sur la flore maritime du Golfe de Guascogne.* (Rev. gén. de Bot. T. 7, p. 438-503).

(3) Antonino Ponzo. — *La flora Psammofila del littorale di Trapani.* — (Stabilim. Tipogr. Virzi. — Palermo 1905). Il Natural. Siciliano, Anno XVII.

generale, e per ciò che ha rapporto alla possibile azione del sale marino, così scrive: « si deve ammettere che nelle Alofite il cloruro di sodio sia necessario e non nocivo: potrebbe essere dannoso alle piante non Alofite, ma la loro presenza in terreni salsi dimostra che lo possono sopportare: in caso contrario non potrebbero vegetarvi o resterebbero rachitiche e morrebbero prima della fioritura e della fruttificazione ». Egli fa dipendere la carnosità delle foglie e dei fusti dalla presenza delle soluzioni saline che vi si fermano a lungo a causa della debole traspirazione.

3. — Notizie particolari sul valore biologico del sale marino studiato in rapporto all'energia assimilatrice delle piante.

Queste notizie numerose ed interessanti sono state dedotte con esperienze ed osservazioni istituite su piante Alofite e non Alofite.

L'ultimo lavoro in merito è quello del Sanna; (1) ne tolgo le seguenti note bibliografiche di molto interesse:

« È scientificamente accertato che il sale marino esercita un'influenza considerevole sulla nitrificazione (2) che agisce da stimolante sulle piante promovendone lo sviluppo erbaceo, *e che avendo la proprietà di sciogliere e rendere diffusibili i fosfati e la potassa* (3) *aiuta la formazione dell' amido nelle piante.* (4) E più oltre: « Non si mette in dubbio che il sale marino dato alle piante in dose giusta possa essere utile al termine della fruttificazione; (9) anzi da indagini fatte con varie colture si è potuto stabilire il quantitativo di cloruro di sodio per essere usato come concime ».

La parte speciale del lavoro è costituita da numerose ricerche analitiche istituite su specie diverse, allo scopo di conoscere:

1° se il cloruro di sodio sia o no innocuo alla flora delle saline;

2° quale altra azione può esercitare su tale flora;

3° quali sono gli agenti che producono lo squallore in queste plaie salse.

Per rispondere a questi diversi quesiti l'autore ha stabilito:

a) il rapporto quantitativo del sale sodico contenuto da alcune alofite e da quelle altre piante che dimorano nelle regioni salate ed in terreni normali;

b) il rapporto del sale sodico tra la pianta e il suolo;

(1) A. Sanna. — *Influenza del sale marino sulle piante. — Osservazioni sulla flora delle Saline di Cagliari.* — Le Stazioni speriment. Agrarie italiane. — Vol. XXXVII, fasc. II, III, 1904).

c) come cresca questo sale nei diversi periodi vegetativi di una pianta;

d) qual è il quantitativo di sale sodico contenuto nella pianta che muore.

Interpretando e riassumendo i dati ricavati dalle analisi, così risponde alle questioni propostesi:

1° le alofite vegetanti in terreni contenenti minime quantità di sali di sodio, purchè esposte in clima marittimo, accumulano questo sale in tale quantità da presentare una sproporzione saliente tra il sodio contenuto da queste alofite ed il sodio contenuto dalle altre piante viventi nello stesso terreno;

2° le ceneri delle piante giovani contengono sodio quanto le ceneri delle piante adulte, quando beninteso le piante siano della stessa specie e viventi nello stesso ambiente;

3° la percentuale del sale marino che in generale trovasi nelle plaie delle saline, non è nocivo alla flora che quivi vegeta, poichè ho potuto constatare piante rachitiche dove il terreno era povero di cloruro di sodio, e viceversa piante rigogliose attecchite in plaie molto salse;

4° la pianta adulta resiste di più di una pianta giovane all'azione del cloruro di sodio;

5° la irregolarità della percentuale del sale marino alla superficie del terreno è dovuta alla natura fisica del suolo, alla sua composizione chimica ed alla forma della superficie;

6° la percentuale del sale marino nel terreno delle saline cresce (astrazion fatta della superficie) in ragione della profondità:

7° lo stato fisico e la composizione chimica di questa zona non rispondono ai requisiti richiesti per la fertilità del suolo.

Nella conclusione, in forma più categorica così risponde ai quesiti propostisi:

Il fatto che le alofite le quali vivono in terreni contenenti minime quantità di sale sodico, accumulano questo sale in quantità maggiore delle altre piante viventi nello stesso terreno, conduce ad ammettere come il sale marino sia un elemento utile alle alofite e che il poco sviluppo che la flora presenta nelle saline, non sia dovuto al sale marino.

Data l'azione utile del cloruro di sodio sulle alofite ci domandiamo: il sale marino favorisce l'emigrazione dei principi immediati della pianta, o forse produce nel terreno una trasformazione chimica favorevole per l'assimilazione?

Il Sanna non pretende rispondervi, nonostante le autorevoli conclusioni degli autori ai quali attinse, ma opportunamente chiude

il lavoro con un periodo felice del Behérain il quale, trattando dell'assimilazione dei cloruri sparsi nel suolo e dell'influenza di questi nelle piante, così scrive:

« Aujourd'hui que le rôle des organismes inférieurs qui existent dans le sol, sur les métamorphoses qui s'y produisent, commence seulement à être entrevu, *les interprétation du rôle des agents employés deviennent singulièrement délicates et il est sage d'enregistrer les faits, sans essayer d'en donner une explication, sans doute infiniment plus complexe qu'on ne le croyait naguère* ». (10)

Consiglio saggio, specie per coloro che basandosi sui risultati di ricerche isolate e parziali formulano leggi di carattere generale, le quali, troppo spesso discordi, non hanno altro merito oltre quello di far apparire complesso un dato fenomeno, forse per sè stesso molto semplice, e che, assunte come base o criterio per nuove ricerche, allargano e perpetuano l'errore.

Pertanto il Sanna nel riassumere i dati delle sue analisi pone in evidenza fatti della massima importanza, che per quanto già intuiti, espressi e parzialmente illustrati, sono ancora ben lungi dall'avere quella forma sperimentale che si vorrebbe, e perciò costituiscono sempre argomento importante di nuove ricerche. Così egli constata che « le ceneri delle piante giovani contengono sodio quanto le ceneri delle piante adulte » e ciò deduce dall'esame di piante di *Mesembrianthemum nodiflorum* L. e di *Salicornia herbacea* L. raccolte in momenti diversi del loro sviluppo.

Ed ancora, le ceneri delle piante rigogliose conterrebbero sempre una maggiore percentuale di soda delle ceneri ricavate da esemplari intristiti della stessa specie. Il Sanna ne prende motivo per affermare l'utilità del sale marino alla vegetazione delle piante; non solo; ma domandandosi, com'egli fa, se questa utilità consista nel favorire l'emigrazione dei principî immediati della pianta, oppure se detto sale produca nel terreno una trasformazione chimica favorevole per l'assimilazione, egli implicitamente ne designa anche la natura fisico-chimica. In tutti i modi l'autore lascia la questione impregiudicata, e chiude il lavoro colle considerazioni del Behérain. Non poteva essere altrimenti. L'emigrazione dei principî immediati nelle piante va studiata contemporaneamente alla formazione di questi stessi principî, che nel caso speciale dell'azione del sale marino è appunto una delle questioni più controverse. Le conclusioni alle quali è venuto il Nobbe, e cui il Sanna si riferisce, e secondo cui il sale marino contribuirebbe alla formazione dell'amido, sono troppo contrastate perchè possano invocarsi a spiegazione di altri fatti.

Così, il Lésage (1) in base a ricerche instituite all'uopo, spiega l'intristimento della vegetazione littoranea, osservando che la salsedine diminuisce la clorofilla nei cloroplasti ed i cloroplasti stessi, e perciò ne risulterebbe un rallentamento nei fenomeni di assimilazione del carbonio. Dipendentemente la quantità dell'amido nelle diverse parti della pianta diminuisce tanto che, con soluzioni del 25 ‰ di sale marino, scompare del tutto, e con altre del 12 e del 15 se ne hanno appena tracce.

Evidentemente l'autore si basa sulla teoria del Sachs (2) secondo cui « l'amidon reste le produit normal de la clorophylle dans l'immense majoritè de cas », epperò egli, il Lésage, assume la presenza di questo prodotto come criterio per dire dell'energia assimilatrice nella pianta. Ciò si deduce anche dal modo come egli confuta le conclusioni del Brick (3) il quale, trattando dell'azione dei cloruri sulla vegetazione, dimostra che essi costituiscono ambiente acido nella pianta e che in questo caso non si forma amido, ma solo glucosio. Questa tesi è alla sua volta basata sulla teoria dello Schimper (4), secondo la quale « nei processi di assimilazione si forma prima glucosio e l'amido nasce da questo glucosio quando la sua quantità nella cellula ha sorpassato un grado determinato ».

La differenza fra queste conclusioni è sostanziale sia dal punto di vista biochimico che da quello biologico: e mentre nel caso del Lésage i cloruri impedirebbero indirettamente i fatti formativi consistenti nella sintesi degli elementi dell'acqua e di quelli dell'anidride carbonica e conseguentemente anche quelli vegetativi di sviluppo, nel caso del Brick gli stessi cloruri non impedirebbero detti fatti formativi, e quindi sarebbe possibile la vegetazione della pianta che li contenesse. In altri termini, mentre colla teoria del Sachs l'amido sarebbe il prodotto primo e diretto dell'attività clorofilliana, secondo quella dello Schimper esso non sarebbe che un derivato di transizione, rappresentante perciò l'*ultimo*, e non il primo termine di una serie di idrati di carbonio avente per estremi presumibilmente l'aldeide formica (CH_2O) e l'amido ($C^6H^{10}O^5$). E mentre nel primo caso la mancanza dell'amido significherebbe anche mancata assimilazione di carbonio, nel secondo significherebbe solo l'assenza

(1) Pierre Lésage. — *Influence de la salure sur la formation de l'amidon dans les organes végétatifs chlorophylliens.* — Comp. Ren., 31 marzo. 1891).

(2) Dott. Julius Sachs. — *Physiologie végétale.* — 1868.

(3) P. Lésage. — *Loc. cit.*

(4) A. W. Schimper. — *Ueber Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in dem Laubblättern.* — (Bot. Zeit., 20 nov. 1885, pp. 737, 753 e 769).

dell'ultimo termine della serie e proprio di quello che, come tale, è il meno utile alla pianta.

Per il Brick e per il Lésage la tesi dell'uno doveva necessariamente essere la verifica per l'altra, ed in tutti i casi « lo sviluppo assunto dalle piante in dipendenza dei fatti biochimici da loro sperimentati doveva essere la verifica più elementare per ambi ».

Intanto, E. Charabot e A. Hébert (1) dimostrano pur essi essere « indiscutibile l'azione del cloruro di sodio sull'energia clorofilliana poichè assorbito e portato in circolo modifica l'ambiente nel quale il plasma funziona ».

Il Marcacci (2) così scrive: « Come già lo Schimper aveva sperimentato che facendo reagire della glicerina sui filamenti di Spirogira si determina amido, così il Boehm trovò che le foglie del *Sedum spectabile* private di amido ne formavano nuovamente non solo se esse venivano collocate in soluzioni di zucchero, ma anche in *soluzioni forti di sali, ad es. il cloruro di sodio*. Dal che egli conclude, che la formazione di amido in diverse parti della pianta osservata da lui e da altri, quando queste soggiornino in soluzione zuccherina, è da attribuirsi alla sottrazione di acqua prodotta da queste soluzioni ».

Il Marcacci si vale di queste notizie per scrivere che « il fatto osservato dal Boehm ci permette di intenderne anche molti altri, che, a suo modo di vedere, non avevano ricevuto fin allora spiegazione molto plausibile. Certe piante che in condizioni naturali non arrivano mai a formare amido (tali ad es. varie specie di Allium; la Scilla maritima, S. hyacinthoides, Muscaris racemosum, Ornithogalum comosum, Anthericum ramosum, Hemerocallis fulva, H. flava, Asphodelus lutens), collocate in soluzioni zuccherine arrivano, almeno molte di loro, a formarne.

In questo caso la concentrazione della soluzione di glucosio nelle foglie, necessaria per passare all'amido, non sarebbe raggiunta colla penetrazione dello zucchero dal di fuori, ma con una sottrazione di acqua effettuata dalle soluzioni esterne, o di altra sostanza avida di acqua.

Anche il Marcacci fa dipendere pur lui la presenza ora di solo glucosio, ora di glucosio e saccarosio ed ora di amido, dalla concen-

(1) M. M. Charabot et A. Hébert. — *Contribution à l'étude des modifications chimiques chez le plasma soumise à l'influence du chlorure de sodium.* — (C. R. T. CXXXIV, p. 180, 1902).

(2) A. Marcacci. — *Formazione e trasformazione degli idrati di carbonio nelle piante e negli animali.* — (Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Vol. XI, 1891).

trazione delle soluzioni, come già lo Schimper, ma particolarmente da altre più importanti condizioni, che sono: 1° la reazione dei succhi vegetali in cui nuota e si nutre il granulo di clorofilla: 2° la ricchezza in acqua delle foglie: 3° la potenza della luce e del calore. E circa la prima condizione dimostra e formula la seguente legge: « L'accumulo dell'amido è tanto più abbondante quanto meno è acida la reazione dei succhi della foglia: all'estremo abbondante nelle foglie a reazione neutra. Nelle foglie a reazione acida si accumula in minor quantità, vista anche la facilità somma che trova in simili mezzi a scomparire ».

Non seguo l'autore nella dimostrazione delle altre parti dalla sua tesi, ritenendo che le notizie già riferite sieno più che sufficienti a dimostrare che le conclusioni del Lésage hanno bisogno di verificazione. Quest'autore, che fino al 1894 si occupò dell'azione del sal marino sulle piante, avrebbe dovuto tener conto di tutte queste osservazioni che in massima parte avevano preceduto le sue; ciò lo avrebbe costretto a studiare fin dal principio la questione sotto un punto di vista meno teorico e più pratico. Fu quanto egli tentò in seguito con colture sperimentali (1). Il criterio che seguì fu quello di sottoporre piante ad un regime di soluzioni pure di sale marino, oppure di mescolare questo sale al terreno di coltura, o di trattare le piante con acqua marina, di osservare i fenomeni ai quali le piante stesse in tutte queste condizioni davano luogo e di stabilire le analogie con quelli da lui osservati nella vegetazione dei terreni salati.

Sussidiato dalle osservazioni microchimiche, constatò che: « Le soluzioni contenenti il 25 ‰ di cloruro sodico fecero diminuire la clorofilla più di quello che avvenne in piante cresciute in terreno salato innaffiato con acqua pura. Ciò tendeva a dimostrare che la clorofilla diminuiva con la salsedine ».

Ed alle conclusioni, al n. 1 così scrive: « La foglia diviene più spessa in un suolo salato, ma sopratutto se la salsedine vi è determinata sotto forma di soluzione. Gli effetti si fanno sentire con più o meno energia da una specie all'altra ». Ed al n. 4: « La clorofilla tende a ridursi nelle piantine ove le palizzate sono esagerate, ciò che si verifica in quelle che sono state innaffiate con le soluzioni le più salate ». Questi risultati confermerebbero dunque quelli altri ricavati con le osservazioni dirette sulla flora littoranea: pertanto essi non possono avere quel significato che l'autore loro attribuisce.

(1) P. Lésage. — *Influence de la salure sur la formation de l'amidon dans les organes végétales clorophylliens.* — (Compt.-Ren. 1886).

E ciò per due ragioni: 1° Non eliminano il dubbio che la mancanza o povertà di amido possa provenire anche da altre cause diverse da quelle descritte dall'autore: 2° non dimostrano se questi effetti sieno costanti anche in quelle piante che, trovandosi in buone condizioni di vegetazione, assumono sviluppo rigoglioso e assorbono in pari tempo quantità considerevoli di sali.

M. Ed. Griffon (1), osserva come un certo numero di sali abbia un'influenza marcatissima sulla produzione della clorofilla e sulla sua colorazione ed energia assimilatrice. Esperimenta in modo particolare l'influenza del cloruro di sodio sull'assimilazione, nelle piante del littorale. Ricorda come il Brick, Lésage e Schimper abbiano già dimostrato che la formazione dell'amido è più o meno impedita nelle piante alofite, ma che « non essendo stata fatta nessuna esperienza diretta sulla decomposizione dell'acido carbonico, si è proposto di colmare questa lacuna ». A tal uopo esperimenta in modo opportuno, su foglie staccate di *Lycium barbarum* colto in riva al mare e nell'interno, calcola la quantità dell'ossigeno sviluppatosi dall'una e dall'altra nella stessa unità di tempo e di superficie, la assume come indice delle rispettive energie assimilatrici e trova che quella delle prime sta a quella delle seconde nel rapporto di 0,40. Le foglie del littorale, cioè, assimilavano due volte e mezzo meno di quelle dell'interno. Corrispondentemente queste foglie esaminate al microscopio rivelarono nel 1° caso un maggiore sviluppo del tessuto a palizzata ed una riduzione dei cloroleuciti in numero e in dimensione. Basandosi anche sulle osservazioni e ricerche del Costantin e del Lésage, osserva che dal punto di vista della funzione clorofilliana queste due specie di modificazioni indotte dal sale nelle foglie, sono nettamente antagonistiche. « In effetto » scrive l'autore « se una foglia ha uno spessore più grande, un mesofillo più ricco di tessuto a palizzata e di lacune meno sviluppate, sembra che essa debba assimilare di più, e questo è quanto pensava Enrico Lecoq il quale, a proposito delle foglie spesse e carnose delle piante del littorale, diceva che il sale dà a questi organismi una più grande vitalità e una più grande potenza di decomposizione dell'acido carbonico ». Per contro, se i cloroleuciti, sono meno grossi e sopratutto meno verdi essi assimileranno meno. Ma giusta i risultati ottenuti « il più grande sviluppo della palizzata non arriva dunque a compensare l'indebolimento della funzione clorofilliana causata dalla riduzione del pigmento verde:

(1) M. Ed. Griffon. — *Sur l'action du chlorure de sodium sur l'énergie chlorophyllienne* (Ann. de Sc. Nat. Bot. 8ª série, tom. 10, p. 1, 1899.

la pianta marittima assimila meno per unità di superficie di quella dell'interno delle terre ».

E circa la presenza di una maggiore o minore quantità di amido che in un dato momento si può osservare nelle piante, l'autore scrive che non può costituire un criterio certo per misurare rigorosamente l'energia assimilatrice.

Con queste ricerche l'autore stabilisce con metodo razionale che « nelle foglie delle piante marittime l'energia assimilatrice è più debole che nelle corrispondenti specie dell'interno e che il fatto è in rapporto colla diminuzione della clorofilla e dei cloroplasti. Ciò è per se stesso molto interessante a sapersi. Senonchè volendo spiegare il fenomeno, egli si vale di notizie che sono ancora in discussione.

Infatti gli effetti attribuiti al sale marino dal Lésage e da altri, hanno bisogno di controllo, e devono essere meglio precisati onde eliminare quelle contradizioni di cui prima ho fatto parola. È bene ricordare che nella generalità dei casi si è sempre supposto, ma non si è mai dimostrato in modo soddisfacente, che i fatti di vegetazione osservati nei terreni salati avessero relazione coll'azione del sale marino; e la dimostrazione si sarebbe avuta solo che, ogni volta e per ogni singolo caso, si fosse posta in evidenza la quantità del sale che era contenuta nella pianta in esame e si fosse così stabilito se esisteva o no un dato rapporto tra il sale stesso (la causa) e il fenomeno constatato (l'effetto).

Questa verificazione è resa necessaria dal fatto che se è lecito supporre che le piante del littorale contengano sempre sale, anche in grande quantità, è anche possibile il caso in cui lo contengano in quantità molto piccola senza che i fenomeni di intristimento presentino notevoli differenze.

Inoltre la teoria dello Stahl, dell'Haberland ecc. secondo cui il tessuto a palizzata è il meglio adatto per i fenomeni di assimilazione, è pur essa validamente combattuta.

E lo stesso Stahl (1) e il Montemartini (2), per non dire di altri molti, dimostrano che i tessuti privi e poveri di lacune aerifere in cui i gas possano circolare, sono i meno adatti ai fenomeni di traspirazione e di respirazione: non solo, ma lo Stahl considera il caso speciale delle piante non alofite le quali, secondo l'autore, perirebbero nei terreni salati perchè l'azione del sale vi determine-

(1) Stahl. — Ved. Montemartini.

(2) L. Montemartini. — *Intorno all'anatomia e alla fisiologia del tessuto assimilatore delle piante.* (Atti dell'Istituto Botan. della R. Università di Pavia, 1895).

rebbe la chiusura degli stomi e verrebbe così impedito l'assorbimento e la circolazione dei gas.

Posto ciò resta sempre a dimostrarsi se il tessuto a palizzata sia il vero tipo di tessuto assimilatore, o per lo meno, dato il contrasto che anche a questo riguardo esiste, non possiamo ritenere « che una foglia che abbia uno spessore più grande, un mesofillo più ricco di tessuto palizzatico e di lacune meno sviluppate debba assimilare di più ». L'accettare o meno l'una o l'altra teoria non dev'essere cosa indifferente, dal momento che ciò può trarre ad affermare in un senso od in senso contrario quello che supponiamo possa essere l'azione del sale sulle piante.

4. — Notizie sul valore biologico del sale marino dedotte in rapporto alla struttura delle piante.

Lo Schimper (1) istituì colture sperimentali di piante affini alle alofite, e osservò che anche in misura discreta, il sale è un veleno, l'assimilazione è ridotta, la formazione degli idrati di carbonio soppressa, l'accrescimento annullato e così pure la fioritura; e in alcuni casi nelle specie trattate con soluzioni concentrate si ebbe la morte dei germogli. Donde questi effetti?

Egli ammette accettando le conclusioni di Hansten, che tanto il cloruro di sodio, quanto il potassico, stiano in un determinato rapporto con la formazione dell'albumina dagli ammidi e dagli idrati di carbonio, e fa consistere l'effetto dell'azione del sale ora in un regresso ed ora in un progresso della formazione dell'albumina stessa. L'azione nociva nelle alofite, sarebbe mitigata, secondo l'autore, dalla loro struttura xerofila, la quale, appunto perchè tale, limita la traspirazione e la perdita dell'acqua, e conseguentemente limita pure l'accumulo meccanico del sale nel tessuto assimilatore della pianta, mantenendone la soluzione ad una concentrazione che non è dannosa.

Analoghe esperienze furono istituite dallo Stahl (2) in piante non alofite. Egli constatò che il sale occasionava la chiusura degli stomi e che secondo lui ciò avrebbe portato ad una limitazione nell'assorbimento e nella circolazione dei gas. E poichè secondo l'autore gli stomi delle alofite restano aperti, così il sale non produrrebbe su di esse quegli effetti nocivi che produce nelle non alofite la cui selezione, perciò, dai terreni salati resterebbe chiaramente spiegata. Ep-

(1) A. W. Schimper. — *Indomalaysche Strandflora*, Jèna, 1891.
(2) Stahl. — *Botanische Zeitung*, 1894, pp. 117-145.

però l'alofilia di quelle che vi sopravvivono (*alofite*) consisterebbe nel fatto della indisturbata assimilazione del carbonio. Ed ancora: Il sale sarebbe nocivo alla vegetazione solo in quanto determina la deformazione dell'apparato stomatico nelle foglie e restano così impediti tutti i fatti biochimici di cui le foglie sono sede.

Questi risultati modificarono alquanto le vedute dello Schimper, il quale perciò così si esprime altrove (1): « Io avevo dapprima ammesso che il sale da cucina esercitasse un'azione contraria, o almeno minima sulla formazione degli amnidi dai glicoli, ma l'ipotesi ha perduto della sua verosimiglianza sostanziale dopo che le ricerche di Stahl dimostrarono che nessuna pianta alofila, come quelle con le quali io sperimentai, chiude i suoi stomi per la presenza di maggior quantità di sali in soluzioni nutritizie ».

Tuttavia soggiunge: « la parte che prendono i pori alla traspirazione dev'essere minore di quella attribuita dallo Stahl, poichè il Rosemberg dimostra essere infondata l'ipotesi secondo cui le alofite possiedano stomi continuamente aperti e invariabili ».

L'evidente contrasto costrinse lo Schimper a interpretare altrimenti la presenza delle alofite sui terreni salati, e trattando della distribuzione geografica delle piante così scrive (1): « La ricchezza dei sali nelle alofite non è esclusivamente dovuta ai loro substrati passivi, bensì dipende in gran parte dalla loro avidità di sale, giacchè le piante che germogliano naturalmente in terreno salato, riuniscono, anche se coltivate in terreno comune, maggiori quantità di cloruro sodico della maggior parte delle non alofite ». L'autore nota pertanto come alcune di queste ultime dimostrino in qualche caso la capacità di sopportare maggiori quantità di sale. Ed in seguito, dopo avere preso in esame le famiglie di piante che danno il maggior contributo di alofite, così scrive: « Secondo le precedenti ricerche pare che i rappresentanti delle famiglie che inclinano per l'alofilia siano più ricche di cloro di quelle delle famiglie che rifiutano il sale. Il rapporto del contenuto in cloro in entrambi i gruppi alofite e non alofite delle diverse famiglie di cui nella tabella delle ceneri di Wolff, parla a favore di quest'ipotesi; pure il materiale non è abbastanza ricco e non permette ricerche esaurienti ».

« Da queste ricerche » continua l'autore « risulta che le alofite possono prosperare anche su terreni ordinari dove spesso si trovano in buone condizioni quando dei concorrenti non ne impediscano l'ubicazione. Ma la concorrenza di specie più forti esclude le alofite

(1) A. W. Schimper. — *Pflanzen geographie*, Jèna 1898.

da tutti i terreni, eccettuati da quelli ricchi di sale. All'incontro qui possono trovare rifugio anche vegetali che scacciati nella lotta per lo spazio dai terreni ordinari, avevano qui acquistato nel corso del tempo *la capacità di assorbire il sale marino in quantità e perciò si erano immunizzati contro i suoi velenosi effetti.* Sul terreno salato la diminuita concorrenza permise la loro vita ».

« La proprietà di raccogliere sali e di esistere sopra terreni salati incolti rende naturalmente capaci le piante più favorite a sostenere la lotta. Infatti esistono alcune specie vegetali che trovano accesso tanto bene in luoghi ricchi di sale come in altri che ne sono privi, ad es. l'Asparagus officinalis ed il Samolus Valerandi ».

In questo modo la quistione delle *Alofite e non alofite* ritornò *ad originem*, e la definizione che ne dà ora lo Schimper come *piante che hanno la proprietà di raccogliere, o no, sali, e di esistere o no sopra terreni salati incolti* non è punto meno vaga di quella con la quale si designavano un tempo, come *amanti e non amanti del sale.* Si tenta di spiegare un fatto invocandone un altro che ha, esso stesso, bisogno di spiegazione. E la maggiore quantità di cloro che l'autore afferma esistere nelle alofite e che riconosce come causa determinante della loro inclinazione per l'alofilia, è una questione che dev'essere ancora dimostrata. Essa è troppo discutibile dal punto di vista della sua deduzione, e perchè questa nuova ipotesi si regga sono necessarie due cose, 1° bisogna dimostrare che il cloro riscontrato dal Wolff nelle alofite non sia un prodotto di decomposizione dei cloruri assorbiti dal terreno; 2° che esso cloro sia presente anche quando le basi (Na, K, Mg, ecc.) fanno difetto, e che l'assorbimento di queste sia nullo quando quello non preesista nelle piante. Chè se l'analisi delle ceneri rivela nelle alofite la presenza simultanea del cloro e delle suddette basi, non si ha alcun diritto di affermare che la presenza di queste ultime si debba alla preesistenza del primo e non piuttosto che questo e quelle siano gli elementi di un composto unico che la pianta assorbe dal terreno.

Nonostante la discutibilità di questa seconda ipotesi, allo Schimper si deve il merito di aver intuito la prima, e di aver tentato di spiegare, ancor prima dello Stahl, l'alofitismo delle piante in rapporto colla loro particolare struttura. E se le sue ricerche non ebbero risultati soddisfacenti ciò devesi al fatto che esse furono troppo unilaterali e basate sui caratteri xerofili, che se sono comuni alle alofite, non ne sono però esclusivi, e che come scrive lo Stahl, « se possono essere importanti nella loro economia debbono però in ogni caso essere considerati di secondaria importanza ».

Ciò è quanto dimostra anche il Diels (1). Quest'autore è d'accordo collo Schimper e collo Stahl sulla presenza della struttura xerofila nelle alofite; è d'accordo, e accetta le conclusioni del secondo, circa l'influenza di questa struttura sulla limitazione dello scambio dei gas; però dall'uno e dall'altro dissente negli effetti biochimici cui detta struttura, ed il limitato scambio di gas può dar luogo.

Riporto una parte delle sue conclusioni:

4° In tutte le alofite ha sempre luogo una scomposizione dei cloruri, la quale dopo aver raggiunto un certo grado di concentrazione fa equilibrio alla soluzione nutritizia esterna.

5° Questa scomposizione avviene per opera della struttura delle alofite la quale ostacola lo scambio dei gas e dura anche allorquando si impedisca l'afflusso delle soluzioni saline.

7° Il chimismo di questo processo non è ancora spiegato; forse succede che dopo la dissociazione il metallo va a combinarsi in parte coll'acido malico, il quale si origina in grande quantità allorchè è diminuito lo scambio dei gas, mentre il cloro si associa all'idrogeno e viene emesso per mezzo delle secrezioni radicali acide. Qui occorrono ulteriori ricerche.

8° La quantità di acido necessario nella maggior parte di queste piante è raggiungibile solo per mezzo della struttura xeromorfa. Cosicchè solo vegetali fabbricati sul tipo xeromorfo possono vegetare in terreno salato.

9° Quanto più salata è la località, tanto più accentuata è in queste piante la organizzazione xerofila contro la traspirazione.

Secondo l'autore « l'adattamento delle alofite ai terreni salati consisterebbe nella capacità che esse hanno di assorbire il cloruro sodico e di decomporlo, eliminando indi il cloro, sotto una forma qualunque, da illustrare ».

« Il chimismo di questo processo non è ancora spiegato » scrive l'autore; non solo, dico io; ma è molto discutibile specialmente negli effetti cui esso condurrebbe.

Invero, la dissociazione dei cloruri in presenza di acido malico libero e la conseguente formazione di malato sodico ed eliminazione di cloro, sono fatti chimici possibilissimi; ma data la grande affinità del cloro pel sodio, il suo spostamento dal corrispondente cloruro, operato da un elemento meno attivo qual'è l'acido malico, dev'essere minimo, e non può assumere il significato e l'importanza

(1) Diels. — *Stoffwechsel und Structur der Halophyten.* (Jahrb. f. wissen Bot. Band XXXII, Heftz, 1898).

biologica che l'autore vorrebbe attribuirgli. Egli non dissimula questo dubbio, tanto che nel testo del suo lavoro così scrive:

« La ricchezza in acidi delle alofite non deve meravigliare come è detto nelle ricerche di Kraus. Impedito in esse lo scambio dei gas, conduce, come nell'aloe e nelle crassulacee, come è noto da tempo, un'imperfetta combustione degli idrati di carbonio, e trae seco perciò alla formazione di grandi masse di acidi, le quali sono proprie ad entrare in servizio del ricambio materiale. Se ora noi ci domandiamo di qual natura sia nelle alofite questa partecipazione al ricambio materiale, noi entriamo in una quistione di natura soverchiamente problematica. Teoricamente può dar luce secondo i miei risultati, la formazione del malato sodico. In grazia del suo allontanamento diosmotico dalla cellula avverrebbe la continuità della reazione, ma non è possibile seguire il fenomeno nella sua intensità ». E più oltre:

« A noi rimarrà sconosciuto il modo con cui i due acidi presenti « si ripartiscono nel formare malati e cloruri, e con ciò se ne va « il punto di appoggio per decidere teoricamente se l'emissione del « cloro sia dovuta all'azione dell'acido, o no.

« Però, qualitativamente, la realtà del processo è fuori dubbio « . . . . . ecc. »

Un'altra considerazione è quella che si presenta spontanea sulla bontà degli effetti di questa dissociazione.

Giacchè, la tossicità dei cloruri si fa consistere (Stahl) specialmente nell'attività del cloro, libero o sotto forma di acido cloridrico. Ora l'eliminazione di quest'ultimo dall'interno della pianta partendo dalle foglie, è meno rapida di quel che lo sia la sua azione sul plasma delle cellule, e però si fermerebbe sempre in contatto di queste un tempo sufficientemente lungo per far risentire i suoi effetti deleterii. La dissociazione dei cloruri, cioè, quale viene concepita dal Diels, determinerebbe una condizione tutt'altro che favorevole alla vita delle Alofite, e riuscirebbe più dannoso dello stesso loro accumulo.

In tutti i modi, la tesi dell'Autore può essere così riassunta:

« L'acido malico delle Alofite dopo raggiunta una data concen- « trazione distrugge una quantità di cloruri equivalente a quella che « entra nella pianta e vi lega il metallo, mentre il cloro viene eli- « minato sotto forma di altre possibili combinazioni. »

5. — Notizie sul valore biologico del sal marino dedotte in rapporto al coefficente tossico dei suoi elementi isolati od associati.

Ricerche di un altro ordine venivano intanto istituite allo scopo di stabilire quale fosse la « resistenza fisiologica » delle piante all'azione dei sali, e particolarmente a quella del cloruro di sodio.

Oltre le esperienze del Lésage, di cui ho già trattato, se ne hanno molte altre condotte con lo stesso criterio e che dettero risultati analoghi.

Il Coupin (1) col suo lavoro del 1898 si propone di colmare la lacuna che presentava lo studio dell'azione dei veleni sulle piante, e procedette alla determinazione della dose tossica di ciascuno di essi e quindi anche dei sali.

Il metodo da lui seguito per questi studi fu quello di far germinare una serie di piante nell'*acqua distillata aggiunta di una percentuale del sale in esperimento.* E chiama *equivalente tossico il peso minimo del veleno che disciolto in 100 parti di acqua impedisce la germinazione.* Ricava così valori diversi per le differenti sostanze sperimentate e che pel cloruro di sodio, per la maggior parte delle piante, è di 1.5 per cento. Osserva che le acque del mare ne contengono circa 2.5 per cento e che i terreni che esse bagnano sono ancora più salati. Ciò, egli continua, *spiega il limite netto che separa la flora marina e marittima dalla flora interna del Continente.* » Si rivolge indi la domanda: « Le piante dell'interno delle terre che il caso trasporta nella zona salata, muoiono solo perchè vi è del cloruro di sodio? Gli altri corpi che si trovano nell'acqua del mare non agiscono essi così? Dopo alcune considerazioni e confronti fra le percentuali dei diversi componenti dell'acqua marina, e quelle da lui trovate per le stesse sostanze come equivalente tossico, viene a questa conclusione: « L'acqua del mare uccide le piante dell'interno del Continente solo per il suo cloruro di sodio e non per gli altri sali che tiene in soluzione ».

Stabilisce indi colle stesse soluzioni, fatte agire su rami staccati, il grado di resistenza delle piante marittime, e trova che per *Beta maritima*, *Atriplex hastata* e *Cakile maritima* è rispettivamente del 4, 5, 4 %.

(1) M. Henri Coupin — *Sur la toxicité du clorur de sodium et de l' eau de mer à l'égard des végétaux.* (Rev. gén. de Bot. 1898).

Ho scritto altrove (1) che questi metodi di esperimento e le notizie che se ne ricavano, per quanto istruttive, sono tuttavia insufficenti a costituire un criterio attendibile per rispondere alle due questioni biologiche propostesi dall'autore. E ciò perchè, pur ammettendo che il cloruro di sodio sia la causa della netta separazione tra la flora marittima e quella del Continente, le condizioni di esperimento in cui si è posto il Coupin per ricavare i dati su cui basa le sue conclusioni non riproducono affatto le condizioni nelle quali detto sale si trova nel terreno allorchè agisce sulla pianta, epperò i valori così ricavati non possono avere quel significato generale che loro attribuisce in rapporto alla vegetazione. L'ammettere che l'1,5 % di cloruro di sodio in soluzione di acqua distillata sia il coefficente tossico sulla maggior parte delle piante del Continente, significa supporre che le stesse piante possano vivere con soluzioni di concentrazione minore. Ed è questo che l'autore non ha sperimentato e che, certo, nessuno potrà mai sperimentare, poichè nessuna specie di pianta vive di singoli sali, sibbene di soluzioni complesse i cui componenti agiscono sulla pianta con una forma ed una intensità che non si possono dedurre dai risultati che si possono sperimentare allorchè vengano somministrati separatamente in soluzioni pure.

Contemporaneamente al Coupin., M. Ch. Dassonville (2) istituiva delle esperienze allo scopo di determinare l'influenza dei sali minerali sulla forma e sulla struttura dei vegetali. Di queste ricerche non dirò per ora che alcune notizie sul modo col quale varia l'intensità dell'azione di un sale, a seconda delle condizioni di esperimento.

L'autore ha coltivato diversi esemplari di Cannabis sativa L. a regime di acqua distillata, soluzione acquosa di solfato di magnesio, soluzione nutritizia con esclusione di questo sale, e soluzione nutritizia con aggiunta di solfato a dosi differenti da quella di 0,250 ‰ a quella del 10 ‰. I risultati sono riassunti dall'autore nel modo seguente:

Nella Cannabis sativa L. le soluzioni pure di solfato di magnesio sono tossiche;

L'acqua distillata non sostiene la vita che durante una corta durata;

L'assenza del solfato di magnesio in una soluzione contenente gli altri sali nutritivi sembra favorevole nel principio della vegetazione;

(1) *Loc. cit.*

(2) Dassonville. — *Influence des sels sur la structure des végétaux.* (Thèse de Doctorat, Paris 1898) Rev. gén. de Bot. T. X, 1898).

Più tardi questo sale si mostra indispensabile ma esso possiede un'azione nociva quando sorpassa la proporzione del 0,5 %, che è ottima.

In tutti i casi l'intensità con cui agiva il sale veniva misurata collo sviluppo in lunghezza delle diverse piante. Ora quelle tenute a regime di soluzione acquosa all'1 %, raggiunsero l'altezza di cm. 1.5 laddove le altre attivate con soluzione nutritiva aggiunta della stessa percentuale di solfato raggiunsero l'altezza di cm. 10.5.

Analoghe esperienze di coltura furono da lui istituite in piena terra sul *Polygonum Fagopyrum*, e ottenne risultati che lo portarono alle seguenti conclusioni:

« Durante il primo periodo della vegetazione, gli effetti furono proporzionali alle dosi di solfato di magnesio; verso la fioritura le forti dosi non si rivelarono vantaggiose. Si è avuto un ottimo risultato colla dose di gr. 6.666 %.

La grande differenza fra questa percentuale e quella sperimentata ottima per la *Cannabis* è molto significativa, per quanto data da piante di specie diversa. Uguali risultati si ebbero con gli altri sali.

Donde questa differenza? La spiega l'autore nella chiusa del suo lavoro:

« Allorchè aggiungiamo un sale ad una terra, noi non possiamo apprezzare le modificazioni che a questa facciamo subire: una data quantità di sale può essere fissata dagli elementi del suolo, il resto rimane libero, o sparisce trascinato dall'acqua. Ed allora non si conosce più con precisione il grado di concentrazione del sale; e se vuolsi stabilire il rapporto delle variazioni delle sostanze secche (formatesi nella pianta) con la dose dei sali, è indispensabile ricorrere all'impiego di colture pure che permettono di valutare il peso secco di una data pianta in funzione della dose del sale impiegato. Solo le colture in soluzione acquosa hanno tutto il rigore e la precisione desiderabile ».

Ma se l'azione specifica di un sale resta modificata dal terreno, non è solo per le ragioni esposte dall'autore, ma per altre ancor più interessanti, che tanto bene sono illustrate dal Loeb J. (1).

Mi conforta il constatare che quest'autore contemporaneamente alle mie osservazioni ne abbia istituite delle analoghe in Biologia animale, e sia venuto a conclusioni che sono la conferma delle presenti considerazioni e dei risultati di esperienze da me in parte altrove già descritte.

(1) Loeb J. — *On the Relative Toxicity of Distilled Water, Sugar Solution, and Solutions of the various Constituents of the Sea water for Marine Animals.* — (Univ. of. Cal. Pub. Physiology, Vol. I, 30 novembre 1903).

Io non conosco ancora il lavoro originale, però il riassunto che ne pubblica H. M. Richards (New Jork) è sufficiente per intendere quale sia stato l'obiettivo propostosi dall'autore con queste osservazioni e quale il criterio con cui furono condotte. Egli, il Loeb, sperimentò separatamente l'azione dell'acqua distillata e quella di altre soluzioni di sali contenuti nell'acqua marina, su una specie di *Gammarus* che vive nel mare. Ebbe i seguenti risultati:

1° L'acqua distillata ed una soluzione di zucchero isosmotica coll'acqua marina sono quasi ugualmente nocive;

2° L'acqua del mare allungata con l'aggiunta di acqua distillata, o di una soluzione di zucchero, è rapidamente fatale oltre una certa diluizione p. es. $^1/_{10}$ di acqua marina;

3° Una soluzione di cloruro di sodio isosmotica con l'acqua marina o più debole, è fatale, come lo è una soluzione contenente tutti i costituenti dell'acqua del mare, eccetto cloruro di sodio;

4° In una soluzione di NaCl, KCl e $Ca\,Cl_2$ il *Gammarus* vive molti giorni ed anche più a lungo, se si aggiunge $Mg\,Cl_2$.

Da ciò segue, continua l'autore, che la tossicità del sale di sodio è *neutralizzata da quella del K e del Ca*, mentre d'altra parte questi ultimi sono velenosi in assenza di NaCl. L'acqua marina è dunque una soluzione fisiologicamente definita, in cui la concentrazione dei sali o ioni che agiscono *antagonisticamente* deve stare in rapporto definito con ciascun altro.

Il Loeb è abbastanza esplicito, e nel modo più chiaro afferma che l'azione specifica di ogni componente l'acqua marina non è costante in tutte le condizioni di ambiente, ma cambia e può essere anche neutralizzata dalle azioni antagonistiche degli altri componenti.

Epperò se l'esperienza nel caso del *Gammarus* fosse stata limitata all'azione del solo cloruro di sodio (NaCl) e il risultato ottenuto si fosse assunto come base per interpretare il perchè tanti altri animali e vegetali non vivono in contatto dell'acqua del mare, si sarebbe commesso un errore che il Loeb dimostra essere troppo elementare.

Posto ciò, e dati i risultati delle esperienze del Loeb, è lecito supporre che, anche in rapporto alla vegetazione delle piante, l'azione dell'acqua marina possa essere diversa dalle azioni specifiche dei suoi componenti che il Coupin ha potuto sperimentare. E qui per non dar luogo ad equivoci, è bene notare che il Loeb, molto chiaro nella sua affermazione, allorchè ritiene *essere l'acqua marina una soluzione fisiologica in cui i diversi sali agiscono antagonisticamente neutralizzandosi*, intende parlare delle condizioni di ambiente esterno che l'acqua stessa costituisce al *Gammarus*, senza punto discutere se

e come questa condizione di equilibrio, in questo ed altri casi, possa influenzare l'ambiente interno dell'organismo. Quindi indipendentemente da ogni considerazione che possa venire suggerita dalla differenza dei rapporti che organismi animali e vegetali contraggono coll'ambiente, e particolarmente dalla differenza dei fatti di nutrizione, appare chiaro che le esperienze ed i risultati in discorso hanno un significato d'indole generale che non può essere localizzato al caso singolo del *Gammarus*. D'altra parte si sa che anche le alghe marine muoiono, o vegetano male allorchè si fanno soggiornare per un tempo più o meno lungo in soluzioni pure di sali. Ed è anche quanto le esperienze del Coupin, intese in senso lato, dimostrano per le piante in genere.

E nel caso concreto della vegetazione dei terreni salati, e particolarmente di quelli littoranei, la funzione dei sali sperimentati dal Loeb e quella di tutti gli altri elementi che entrano a costituirli è ancor più complessa, anche perchè essi sono sottoposti a fattori fisici di importanza massima. E in queste condizioni le loro proprietà ed azioni saranno ancor più differenti per intensità e per natura da quelle che a ciascuno sono proprie e che isolatamente possono rivelare. Gli è come in un sistema di forze diverse aventi uno stesso punto di applicazione ed in cui la risultante ha una direzione ed una intensità che non si può dedurre in alcun modo dall'esame di una delle componenti.

Riassunto e considerazioni.

Riassumendo le precedenti notizie sull'azione che si attribuisce al sal marino nelle piante, alofite o non alofite, si ha:

1°) Il sale dei terreni salati esercita un'azione spiccata e indiscutibile sulle piante e può essere attrattiva per alcune specie e repulsiva per altre (Masclef);

2°) Favorisce la formazione dell'amido perchè ha la proprietà di sciogliere e di rendere più diffusibili i fosfati e la potassa (Nobbe);

3°) Esercita un'azione nociva sulle piante in generale perchè, introdotto nell'interno del loro organismo, vi decompone la clorofilla e riduce i cloroplasti, rendendo così difficile l'assimilazione del carbonio e la conseguente formazione dell'amido (Lésage):

4°) Ha la proprietà, comune a tutti i cloruri, di costituire ambiente acido nell'interno della cellula impedendo la comparsa dell'amido, ma non la sintesi degli altri carboidrati (glucosio e sacca-

rosio) che precedono la sua formazione (Schimper, Brick, Boehm, Marcacci);

5°) Esercita un'azione nociva ai fenomeni dell'assimilazione nelle piante non alofite, perchè vi determina la chiusura degli stomi e rende così impossibile l'assorbimento e la circolazione dei gas (Stahl);

6°) Fra tutti i componenti dell'acqua marina, il cloruro di sodio è quello che nuoce alla vegetazione del littorale (Coupin);

7°) L'azione isolata del cloruro di sodio non è la stessa di quella che esso rivela in unione a tutti gli altri componenti dell'acqua marina (Loeb).

La capacità delle Alofite di assorbire e di tollerare nel loro organismo una grande quantità di sale è stata spiegata:

8°) Colla presenza di stomi sempre aperti ed invariati che permettono il normale assorbimento e la normale assimilazione dei gas, contrariamente a quanto avverrebbe nelle non Alofite (Stahl);

9°) Colla struttura xerofila che (Schimper) mitiga la perdita dell'acqua e impedisce la concentrazione delle soluzioni saline nelle piante; oppure (Diels) che dà luogo a formazione di acido malico il quale riduce i cloruri fissandone il metallo e ponendo in libertà il cloro che viene eliminato;

10°) Colla presenza di una grande quantità di cloro nelle piante.

Pertanto, d'onde il contrasto sostanziale fra queste autorevoli conclusioni?

A parer mio, ciò devesi a due grandi ordini di fatti:

1°) Alla unilateralità delle osservazioni limitate all'esame di fenomeni isolati, apparentemente tipici e sufficienti, che la vegetazione dei terreni salati presenta come determinati da una causa certa e indiscutibile a priori, e la cui dimostrazione appare a tutta prima superflua ed oziosa. Così nella generalità delle osservazioni istituite sui terreni salati si considerò l'azione del sale marino come causa di tutti i fenomeni della vita vegetale epperò la si prese come punto di partenza di ogni ricerca e di ogni discussione, senza prima stabilire quali fossero i rapporti tra il sale del terreno e quello assorbito dalla pianta, valendosi solo come dimostrazione degli effetti che detto sale determina su quest'ultima, alofita o no, allorchè viene somministrato in soluzione di acqua distillata;

2°) Alla difficoltà di porre in evidenza e di illustrare contemporaneamente i caratteri e l'azione dei diversi elementi del terreno seguendoli durante il ciclo vegetativo di un dato numero di piante prese in osservazione; se ciò è stato desiderio di molti, il farlo non

fu possibile a nessuno per la vastità del lavoro. Chè il determinare la risultante di tante energie che nel terreno, e nell'ambiente in genere, si combinano nei modi più diversi, e l'illustrare il modo come ciascuna di esse agisca in dipendenza delle altre, nei diversi stadî di sviluppo della pianta, a partire dal suo punto di origine fino al suo punto termine, richiede mezzi di osservazione e di esperimento non sempre possibili in un singolo osservatore, e costanza e sagacia non comune.

Epperò nessuna meraviglia se le ricerche istituite furono in proposito tutte parziali, e se tanto nel caso in cui si intese di porre in evidenza una causa, come in quello in cui si pensò di illustrare un dato effetto, lo si fece considerando l'una indipendentemente dall'altro perdendo di vista i rapporti di correlazione che tra causa ed effetto sempre esistono, e tutti quelli altri di dipendenza che l'una o l'altro hanno coll'ambiente.

Invero solo il Diels, per i singoli casi osservati, ha stabilito quale rapporto esistesse tra gli effetti attribuiti all'azione del sale e la quantità che le piante ne avevano assorbito dal terreno: ma nè lui, nè altri, dimostrano se in tutti i casi, o almeno nella generalità, le piante intristite in conseguenza degli effetti nocivi da loro descritti, ne rivelassero sempre una quantità maggiore di quella rivelata dalle piante rigogliose della stessa specie.

La « resistenza fisiologica » delle piante all'azione del sale marino va studiata nelle condizioni naturali di vegetazione o in rapporto a tutti gli elementi che concorrono a determinarla. Solo in questo modo e con approssimazione attendibile si potrà dire dell'influenza dei differenti fattori della stazione salina sulla vita delle diverse piante.

II. — Parte Speciale.

1. — Studio fisico-chimico del terreno delle Saline e del litorale alla superficie nel periodo in cui i semi sono in germinazione o da poco germinati.

Osservazioni alla superficie nel periodo della germinazione delle piante.

Altrove ho già descritto come la distribuzione della flora di queste saline sia irregolare e sporadica fin dal periodo della germinazione. Qui tenterò di illustrare se ed entro quali limiti ciò possa avere rapporto colla presenza di qualcuno fra i più importanti fattori dell'ambiente e specialmente col sale del terreno.

1ª Osservazione (15 novembre 1901, Salina di S. Pietro). — Lateralmente ad un cumulo di sale e dalla parte che guarda una casella salante, resta una banchina larga oltre quattro metri, alquanto inclinata verso l'interno, in cui a diverse distanze si osservano dei piccoli raggruppamenti di piantine, da poco germinate di *Mesembrianthemum nodiflorum* L. *Suaeda fruticosa* Forsk. e di graminacee non determinabili perchè non fiorite. La parte più distante dal cumulo e più interna verso la saliniera, è alquanto piana e serve pel transito.

In diversi punti in cui le piante germinano ed in altri privi di vegetazione, si tolgono dalla superficie quattro campioni di terreno, le cui analisi dettero i seguenti risultati:

	Acqua	Humus	Calcare	Silice e argilla	Cloruri	Vegetazione
Alla distanza di 1 m. dal cumulo	15.00 %	5.60 %	14.00 %	63.20 %	0.6425 %	Mesembrianthemum nodiflor. Senecio leucanthem. Suaeda frut. S. herbacea, graminacee.
» » 2 »	13.10	4.37	18.00	62.50	1.4391	
» » 3 »	11.10	7.40	29.30	53.20	0.8654	
» » 4 »	13.00	5.29	20.00	58.60	3.2233	Nessuna vegetazione. Punto pianeggiante di passaggio.

Nell'ultimo tratto privo di vegetazione, si riscontra la maggiore percentuale di sal marino la quale si potrebbe assumere perciò come causa di sterilità Ma in questo senso non è possibile ancora al-

cuna affermazione, anche perchè la compattezza acquistata dal terreno col transito fa pensare a cause meccaniche di qualche influenza, che non devono trascurarsi.

2ª *Osservazione* (20 gennaio 1902, Salina di S. Pietro). — Lateralmente ad altro cumulo si ripete osservazione analoga alla precedente:

	Acqua	Humus	Calcare	Silice e argilla	Cloruri	Vegetazione
Alla distanza di 1 m. dal cumulo	9.00 %	4.40 %	15.00 %	71.0735 %	0.5265 %	Nessuna
» » 2 »	15.50	5.50	15.80	63.5596	0.1404	Mesemb. nodifl. Sueda frut.
» » 3 »	7.40	1.10	16.00	75.4373	0.0623	Nessuna
» » 4 »	17.2	—	24.00	57.2060	1.5940	Nessuna
» » 5 »	9.8	4.00	17.00	69.0528	0.1472	Sueda fruticosa

Anche in questi assaggi, come già nel caso precedente, si rileva che la sterilità del terreno corrisponde ad una maggiore percentuale di sale alla superficie. Ma d'altra parte si osserva anche che alla sterilità corrisponde pure la mancanza o la percentuale minore di humus nel terreno, epperò pur ammettendo che le due cause si sommino, non si possono vedere i limiti entro cui l'una e l'altra agiscono.

Gli altri elementi non presentano dati che possano dar luogo a particolari interpretazioni.

3ª *Osservazione* (20 febbraio 1902, Salina di S. Pietro). — La estremità orientale dell'unica aia di questa piccola Salina da molto tempo e forse mai, è stata coperta da cumuli di sale. È parallela e contigua al primo tratto della strada della Plaja, e ne è separata, oltre che da una banchina, anche da una siepe di Atriplex halimus L., cui si mescola ogni tanto la Sueda fruticosa. Internamente è coperta da una vegetazione abbondante, costituita oltre che dalle due specie precedenti, da *Obione portulacoides* Moq., *Senecio leucanthemifolius* Poir., *S. Vulgaris* L., *Calendula arvensis* L., *Pinardia coronaria* Less., *Bellis annua* L., *Urtica membranacea* Poir., *Plantago Coronopus* L., *graminacee* diverse, etc. che costituiscono un tappeto verde alla superficie del terreno. Ad un tratto questa vegetazione cessa secondo una linea di demarcazione tracciata dalla mano dell'uomo, e incomincia il tratto dell'aia adibito alla raccolta del sale. Quivi il terreno è sgombro dalle specie fruticose e perenni dianzi accennate e solo cre-

scono nel modo più irregolare e sparso alcune delle specie annue mescolate ad altre nuove quali *Mesembrianthemum nodiflorum* L., *Spergularia rubra* Pers., e *Frankenia laevis* L. Non è difficile intendere subito quale influenza puramente meccanica abbia qui la mano dell'uomo nell'esclusione delle specie legnose o fruticose, epperò parrebbe ingenuità il volerla oltre spiegare. Ma se ciò non ha significato, era da supporre che ne avesse uno particolare la comparsa di tre specie che sono conosciute come alofite. Si procedette perciò a degli assaggi del terreno alla superficie, nell'intento di porre in evidenza i caratteri fisico-chimici che i due tratti contigui potevano presentare.

Il 1° campione di terreno si è raccolto sul tratto dell'aia lasciato in riposo, ed a partire da quel punto si raccolsero gli altri campioni nel tratto contiguo di 10 in 10 metri.

	Acqua	Humus	Calcare	Silice e argilla	Cloruri	Vegetazione
Sul tratto in riposo	14.00 %	4.50 %	15.00 %	66.4720 %	0.0230 %	Mista e normale
» » adibito alla raccolta del sale a 10 m. dal precedente	5.50	0.50	15.80	78.1766	0.034	Esclusivamente erbacea e triste.
Sul tratto adibito alla raccolta del sale a 20 m. dal precedente	12.30	2.40	28.00	66.6425	0.6575	

Le condizioni favorevoli alla vegetazione del 1° tratto sarebbero determinate da una quantità maggiore di acqua e di sostanza organica e da una minore di sale: il contrario sarebbe per la vegetazione del tratto contiguo. La presenza delle tre specie Alofite sarebbe in relazione con la maggiore percentuale di sale nel terreno.

Talchè dalle tre serie di analisi si potrebbe dedurre che: la sterilità del terreno alla superficie è sempre in relazione ad una maggiore quantità di sale, o ciò che è lo stesso: il sale potrebbe essere assunto come causa della sterilità del terreno. Senonchè, confrontando tra loro i dati affidati ai tre specchietti, di cui alle precedenti osservazioni, si osserva che percentuali di sale di 1.5940, 0.0623 che in alcuni casi si devono assumere come indice della sterilità, in altri casi, come nella prima osservazione, quantità di poco diverse non pare che lo siano più. Si osserva invece che nel primo caso l'humus è contenuto in quantità minima, mentre nel secondo se ne trova una percentuale relativamente elevata, tanto che le medie dedotte dai tre esemplari di terreno fertile di cui alla prima Osservazione $(5.6 + 4.37 + 7.40) : 3$, e quella dedotta dai tre esemplari di terreno sterile di cui alla seconda $(4.40 + 1.1 + 0.00) : 3$

stanno tra loro come 5.79 : 1.83. Posto ciò, si dovrebbe concludere che l'azione del sale del terreno viene attenuata dalla presenza della sostanza organica.

4ª. *Osservazione* (detto). — Nella stessa salina di S. Pietro e sugli arginelli divisori si osservano abbondanti residui del feltro tolto dal fondo delle saliniere dopo l'estrazione del sale. Sarebbe superfluo dire che a questi residui di grandezza variabile aderisce sempre dell'argilla del fondo e che coll'abbondante sale che contiene, l'insieme costituisce zollette o croste indurite che restano tali fino al tempo delle pioggie. Nel tempo in cui avviene la germinazione dei semi, detti residui si presentano già slavati, morbidi nei giorni umidi, induriti e arricciati nei giorni asciutti. Su di essi si osserva generalmente una diffusa vegetazione di piantine di Mesembrianthemum nodiflorum L. associate ad altre di Senecio leucanthemifolius Poir. e di graminacee diverse. Col terriccio aderente alle radici si è formato un campione, che analizzato ha dato:

Acqua 23.50, Humus 18.00, Calcare 23.00, Silice e Argilla 34.9924, Cloruri 0.5076.

Anche qui si osserva che la percentuale del 0.5076 di sale non pare nuocere alla vegetazione in presenza di abbondante sostanza organica data dai residui dell'alga, che costituisce il feltro. E qui è ancora particolarmente interessante l'osservare che i semi delle diverse piante erano rimasti per molto tempo in contatto con questi detriti salati almeno per qualche mese, e cioè dal periodo della lavorazione, agosto-settembre, alle prime pioggie autunnali senza che perdessero la proprietà germinativa.

5ª *Osservazione* (detto). — Analogamente al caso precedente si è sperimentato su piantine di Salicornia herbacea L.

Dall'analisi del terreno si ebbe:

Acqua 23.10, Humus 3.90, Calcare 22.50, Silice e Argilla 49.972, Cloruri 0.5228.

Anche in questo caso i semi rimasero a lungo in contatto dei residui salini, senza che l'embrione ne soffrisse.

Considerazioni. — Per le cognizioni che si volevano avere, i dati riprodotti sono più che sufficienti; in tutti i casi altri ancora ne verranno in seguito più opportunamente descritti e discussi.

Risulta pertanto che la superficie del terreno, omogenea nella sua composizione qualitativa, non lo è nella quantitativa, in quanto i diversi elementi vi entrano con percentuali molto differenti tra loro.

1° L'acqua varia fra un limite massimo di 17 ed un minimo di 5 %, che sarebbero ancora discreti per favorire la vegetazione delle piante, quando nel terreno non venissero meno le altre condizioni utili alla vegetazione;

2° Il calcio varia tra un massimo di 29 % ed un minimo di 14, ciò che impartisce al terreno un carattere spiccatamente calcare, superando ambi questi limiti la media del 10 % che generalmente si adotta per la classificazione dei normali terreni calcarei;

3° La sostanza organica varia fra 0 % e 7 %, ciò che è insufficiente perchè possa comunicare al terreno quei caratteri fisico-chimici preziosissimi che l'esperienza sopratutto le attribuisce:

4° Il sale varia fra 3.2233 e 0.0230 %.

Ora, chi basandosi su questi dati volesse fare delle deduzioni categoriche, o tentasse solo di indicare quale possa essere qui la funzione biologica di ciascuno di questi elementi, non potrebbe che trovarsi nell'imbarazzo.

Invero, solo il sale in qualche caso pare acquistare un particolare significato in rapporto alla sterilità del terreno; ma il fatto non è costante. Chè se in molti casi alla percentuale di 0.50 %, o poco più, corrisponde la mancanza di vegetazione, in altri ciò non si verifica neanche fra valori molto più elevati, qual'è quello di 1.439 %.

Maggior valore pare avere la presenza della sostanza organica: le piante germinanti mancano là dove essa fa difetto, e sono presenti là dove esista, anche nei casi in cui trovisi associata ad una forte percentuale di sale marino.

Tuttavia anche per questo riguardo si osserva che l'analisi scopre che vi sono tratti di terreno ricchi di sostanza organica e poveri di sale, e nei quali non germinò alcuna pianta.

È necessario esaminare tutte le altre condizioni di ambiente che sono fatte ai semi, prima e durante la loro germinazione.

Questi, appena caduti al suolo, provenienti da piante ivi esistenti o importati dai comuni mezzi di trasporto, restano generalmente allo scoperto in mancanza di uno strato mobile che li seppellisca e protegga, e in mancanza di abbondanti residui di cessata vegetazione, che, fissi al terreno, vi costituiscano quel feltro di sostanza vegetale in cui i semi caduti s'impiglino e riparino fino al momento della germinazione. Talchè per la violenza dei venti essi vengono continuamente smossi e trasportati, e spesso sperduti nei bacini salanti o nelle adiacenze, dove non germineranno che in casi rari. Una prova ne è la germinazione dei semi di *Suaeda maritima* Dumb. *Salicornia herbacea* L., *Spergularia rubra* Pers., *Polypògon monspeliensis* Desf. ed altre, alla superficie dell'acqua salata conte-

nuta in alcuni canali o bacini, impigliati e conservati dai grumi galleggianti di *Cladofore*, *Spirogire* e pulviscolo atmosferico. La prevalenza delle specie *Mesembrianthemum nodiflorum* L., *Spergularia rubra* Pers., *Frankenia laevis* L. sul piano delle aie delle saline e sugli argini divisori, è pur essa determinata da un fatto parimenti casuale e molto facile a sperimentarsi, il quale è stato altrove descritto.

I loro rami, generalmente prostrati e cadenti al suolo per l'azione dei venti, e quasi sempre impolverati o coperti di terriccio, dopo la fruttificazione ed il tramonto della pianta acquistano tale rigidità per l'azione combinata del sale e del calore, da impedire la regolare deiscenza dei frutti. Epperò i semi in luogo di cadere sul nudo terreno sono conservati nei residui della pianta madre, dove trovano uno stato favorevole di conservazione: tanto che, protetti da tutti quei disturbi cui tutti andrebbero incontro alla superficie del suolo, arrivano al tempo della germinazione (pioggie autunnali), e spesso germinano nel frutto stesso, e se ne distaccano a misura che la piantina si fissa al terreno acquistandovi quella stabilità che la garantisce ulteriormente. Questo fatto tanto comune spiega anche il perchè l'*Halopeplis amplexicaulis* Ung. Sternb. (del gruppo delle *Salicornie* e quindi alofita per eccellenza) abbia qui un'area di diffusione che non sorpassa i 100 mq. ed il perchè, nonostante l'uniformità del clima e del terreno, non si propaghi ad estensioni sempre maggiori.

Pure in ciò trova la sua spiegazione il fatto per cui molte altre specie dal portamento normalmente eretto, non presentino qui che rari esemplari nonostante l'abbondante produzione di semi, e perchè delle specie spontanee che si osservano vegetare nei terreni circostanti alle saline, se ne osservino esemplari solo ai crocicchi delle aie, dove il terreno lasciato in riposo s'è andato coprendo di un leggero feltro di sostanza vegetale.

Nel periodo della germinazione dei semi le condizioni fisiche del terreno e del clima sono ancor più sfavorevoli e dannose alla vegetazione. Affinchè l'embrione, che si svolge dal seme, possa progredire nel suo sviluppo è necessario sopratutto che perfori il terreno e vi si fissi, prima ancora che abbia esaurito le riserve e siasi liberato dagli integumenti che l'avvolgono. Ma perchè ciò sia possibile è anche necessario che il terreno sia relativamente sciolto e che la piantina che si svolge si trovi in uno stato relativo di quiete.

Quanto qui non si verifica.

Il terreno è duro, ed il vento che soffia incessantemente trasporta e fa urtare contro corpi duri la piantina che si sviluppa,

la quale, ferita nell'apice radicale, e per l'azione dell'aria e del sole, presto perisce.

In quelle specie poi in cui l'embrione ha già raggiunto uno sviluppo notevole nel momento in cui il seme si distacca dalla pianta madre, la mortalità delle piantine germinanti è allora enorme, e solo ne sopravvivono pochissime: quelle cioè che, cadute o trasportate in punti in cui il terreno è mobile, e favorite dalla quiete dell'aria, riescono a fissarsi al suolo in un tempo brevissimo. In molte *Salsolacee (Salsola soda* L. *S. Kali* L.) il seme nel momento in cui si stacca è già costituito per intero dall'embrione col suo spermoderma e da un invoglio perigoniale membranoso, aperto. La sua caduta avviene dopo le pioggie invernali e ad essa segue subito l'inizio della germinazione. Ma per le ragioni esposte la piantina muore ancor prima di essersi liberata dall'invoglio seminale.

Nelle mie colture all'Orto botanico potei seguire il fenomeno in tutti i suoi momenti, e ricordo che mentre in alcuni vasi di coltura gli embrioni perivano tutti alla dura superficie, in altri vasi bastò che il prof. Belli ne rompesse il terreno, perchè vi si fissassero e progredissero.

Questo fatto, tipico per le specie accennate, è comune nella generalità delle piante: e seguito attentamente nel periodo della germinazione e studiato in rapporto alle diverse casualità che possono determinarlo, riesce oltremodo istruttivo e dà un notevole contributo alla conoscenza della biologia di questa flora. Esso è stato largamente descritto nella prima parte di questo lavoro, ed il richiamo che qui ne faccio vada inteso come un complemento necessario delle cognizioni chimiche sul terreno, già ritenute indispensabili per spiegare i fatti di biologia generale qui osservati.

Pertanto riassumendo si può concludere:

« La sporadicità e la distribuzione irregolare delle piante germinanti non dipende in queste saline dalla composizione chimica del terreno alla superficie, sibbene dalle particolari condizioni fisiche delle saline stesse ».

2. — Studio analitico del terreno a diverse profondità.

Dopo la germinazione dei semi, ed a misura che la piantina si sviluppa ed accresce, il sistema radicale assorbente passa dalle condizioni che gli sono fatte alla superficie, a quelle altre differenti del sottosuolo, dove si sprofonda e si distende. Nel terreno di una salina doveva appunto riuscire molto interessante la conoscenza di

queste nuove condizioni in profondità; tanto più che l'esperienza di molti anni di osservazione, e le notizie storiche raccolte ed esaminate in merito, mi convinsero che sono prive di contenuto scientifico, o per lo meno poco esatte, quelle affermazioni di ordine biologico e fisiologico basate sui caratteri fisici e macroscopici della superficie e dei fatti di vegetazione che vi si possono osservare.

Le condizioni esterne non sempre possono essere sufficienti a spiegare la natura ed il valore delle azioni diverse nella massa del terreno, e per quanto nel caso concreto dei terreni salati sia lecito supporre che *dato il carattere salino della superficie, anche in profondità debbano esistere ricche soluzioni che bagnano le radici delle piante*, pure, il sale che viene abbandonato ed incrostato all'aperto in maggiore o minore quantità, non può costituire in nessun caso un criterio sicuro per dire della intensità con cui esso agisce sulle radici e della « resistenza fisiologica » delle piante.

Per dirne con qualche attendibilità è necessario illustrare la struttura del terreno dove le radici si diffondono, e mettere particolarmente in evidenza il modo con cui il sale vi si distribuisce sotto l'azione di tutte le condizioni di ambiente.

È quanto è stato fatto con le osservazioni e ricerche seguenti:

6ª *Osservazione* (19 gennaio 1901, ore 17). — A pochi metri di distanza da un cumulo di sale, costruito nell'ultima lavorazione dello scorso estate, si è scavato un fossetto sufficientemente largo, ed alle diverse profondità si è formato un campione di terreno. Alla superficie, rifatta da pochi mesi, si osserva una leggera incrostazione salina; nessuna traccia di vegetazione. — Tempo bello e asciutto da diversi giorni.

Procedutosi alla determinazione volumetrica dei cloruri del terreno, si ebbe:

Alla superficie 27.9136 % — a 3 cm. di profondità 2.4024 — a 8 cm. 1.7380 — a 15 cm. 2.0599.

Questo primo saggio dà subito un'idea del modo come è distribuito il sale a diverse profondità del terreno. La forte percentuale che presenta alla superficie è dovuta all'evaporazione delle soluzioni che circolano nel sottosuolo, e che venendo all'aperto ve lo abbandonano sotto forma di un'estesa incrostazione. È interessante il notare fin d'ora come il sale diminuisca rapidamente alla profondità di soli 3 cm. ed a quella di 8 cm.; mentre a 15 cm. tende ad aumentare di nuovo.

7ª *Osservazione* (27 febbraio 1903, ore 16 — Tempo bello e asciutto). — Alla distanza di circa 6 m. da un cumulo di sale si è scavato

un fosso largo 15 cm. e profondo 25 ed a diverse profondità si composero dei campioni di terreno che, analizzati dettero:

Profondità	Acqua	Humus	Cloruri	Calcare	Silice e argilla
Alla superficie. . . .	10.40 %	3.30 %	6.1300 %	16.00 %	64.1700 %
A 5 cm.	7.50	2.50	1.6988	17.00	71.3012
» 10 »	7.10	1.70	1.6474	17.00	72.5526
» 15 »	6.30	1.20	1.7550	27.00	63.7450
» 20 »	7.60	2.10	3.8867	26.00	60.4133
» 25 »	8.20	1.40	2.3751	27.00	59.0249

Il contegno del sale già posto in evidenza nel precedente assaggio, è qui esaurientemente riconfermato; tuttavia prima di interpretarne i dati, riporto quelli di altre analisi istituite per lo stesso fine.

8ª *Osservazione* (9 aprile 1902, ore 17). — È stato scelto un punto dell'*aia* su cui fino allo scorso estate sorgeva un cumulo di sale, e di cui ora non restano che poche vestigia. Si è scavato un fosso lungo m. 0.50 largo m. 0.40 e profondo m. 0.65, ed a diversi livelli si composero altrettanti campioni di terreno.

Nessuna traccia di vegetazione alla superficie.

L'analisi ha dato:

Profondità	Acqua	Humus	Cloruri	Calcare	Silice e argilla
Alla superficie. . . .	5.40 %	4.80 %	6.7977 %	11.00 %	72.0023 %
A 5 cm.	6.50	0.90	1.9071	17.00	73.6929
» 20 »	6.80	3.50	2.5974	18.00	69.1026
» 35 »	8.40	3.60	2.3985	21.00	64.6015
» 50 »	10.20	3.50	3.6036	21.00	61.6964
» 65 »	13.20	3.00	3.6270	21.00	59.1730

Anche questa volta si ha una riconferma del contegno che il sale ha rivelato fin dalla prima osservazione. Inoltre, con quest'analisi si conferma il contegno che il calcare rivelò così distintamente nel saggio precedente.

Esso aumenta colla profondità.

La sostanza organica e l'acqua presentano un contegno che bisogna verificare ancora.

9ª osservazione (26 aprile 1902, ore 17). — Fra due cumuli di sale, distanti fra loro circa 6 metri, e costruiti nella penultima lavorazione, si è stabilita una meschina flora costituita da *Spergularia rubra* Pers., *Lepturus filiformis* Trin., *Mesembrianthemum nodiflorum* L., ed altre piante erbacee. Si è scavato un fosso lungo m. 0.80 largo 0.60 e profondo 0.55 ed a diverse profondità si sono composti dei campioni di terreno, le cui analisi, condotte come nei casi precedenti, hanno dato:

Profondità	Acqua	Humus	Cloruri	Calcare	Silice e argilla
Alla superficie. . . .	5.50 %	2.90 %	1.2680 %	14.00 %	73.3320 %
A 5 cm.	7.20	1.70	1.0280	12.00	78.0720
» 15 »	10.00	1.60	1.4740	16.00	70.9260
» 35 »	10.00	1.10	1.4270	15.50	71.9730
» 55 »	10.00	0.90	1.0570	15.00	73.0430

Con quest'assaggio resta posto in evidenza e in modo sicuro il contegno dei sopradescritti elementi, ed i dati relativi possono essere interpretati senza tema che siano stati indotti dalla casualità. Non mi fermo a discutere le facili ragioni fisiche che possono contribuire alla loro particolare disposizione; a me importa conoscerla, per dirne solo quel tanto che può avere rapporto con la vegetazione.

Considerazioni — *a*) *di ordine fisico.* — Il contegno dell'acqua, dell'humus, dei cloruri, della silice e dell'argilla, rivelato dalle precedenti analisi, può essere così espresso:

1° L'acqua ed il calcare aumentano colla profondità;

2° L'humus, la silice e l'argilla diminuiscono;

3° I cloruri presentano sempre la percentuale massima alla superficie, diminuiscono rapidamente a soli tre centimetri di profondità e, in minore proporzione, continuano a diminuire fino a 12-13 centimetri e poi aumentano gradatamente fino ad una percentuale che può in qualche caso sorpassare quella di 3,6 che è la media concentrazione dell'acqua del nostro mare.

L'acqua del terreno è qui in massima parte di origine ipogea e proviene da quella delle saliniere e dei canali, d'onde in tutte le

direzioni si propaga attraverso il terreno imbibendolo prima, inumidendolo poi, per una estensione e ad una profondità che sono in relazione colla permeabilità del terreno stesso e col livello che l'acqua conserva nei bacini circostanti. Talchè, la maggiore percentuale riscontratane negli strati più profondi è spiegata dalla maggiore vicinanza al suo luogo di origine, che è il sottosuolo, e dalla maggiore distanza dalla superficie del terreno, dove gli agenti esterni (vento, calore, ecc.) ne provocano l'evaporazione.

Il calcare, la silice e l'argilla, sono gli elementi che costituiscono la massa del terreno: il primo aumenta colla profondità e gli altri due diminuiscono.

L'aumento del calcare nei terreni *in posto* cioè, in quelli che, derivati dalla disgregazione della parte superficiale di una roccia vi permangono a ricoprirla, è facilmente spiegabile. Ma nei terreni di trasporto, qual è quello che costituisce le aie e gli argini di una salina, la causa determinante è ben diversa. L'aumento del calcare qui è relativo e non reale, ed è una pura funzione della diminuzione dell'argilla e dei sali solubili che vengono sottratti dall'acqua d'infiltrazione.

Il fatto, oltre che dal punto di vista biologico, riesce molto istruttivo anche dal punto di vista fisico, in quanto è veramente interessante l'osservare come, in un terreno di trasporto relativamente recente, i diversi elementi abbiano assunto una disposizione che, come verrà dimostrato, è propria del terreno littoraneo.

La sostanza organica presenta la sua maggiore percentuale alla superficie del suolo, e diminuisce rapidamente a pochi centimetri di profondità. Questa posizione rispetto agli altri elementi, in un terreno incolto come questo, non può derivarle solo dal suo debole peso specifico, ma particolarmente dal fatto che, non rompendosi e non rovesciandosi gli strati, essa non può allontanarsi dal suo luogo di origine. Nelle saline, solo eccezionalmente può andare in profondità, e ciò avviene quando, durante i lavori di preparazione, si estrae dal fondo delle saliniere e dei canali, e si distende sul piano delle aie e delle dighe il sedimento marnoso che vi precipita e che sempre contiene residui organici in quantità. Ma anche in questo caso essa non si allontana che di pochi centimetri dalla nuova superficie che si viene a formare.

I cloruri sono quelli che offrono il contegno più interessante, e tale che ha sorpassato ogni previsione. Invero, per quanto si sapesse della funzione dei sali nel terreno, e per quanto il richiamo e l'evaporazione delle soluzioni alla superficie si potessero supporre, qui, più accentuate che altrove, per la temperatura elevata della stagione calda e per la forte ventilazione di tutto l'anno, ero ben lontano dal-

l'attendere i risultati di cui al 19-1-1901 (6ª osservazione), e quegli altri più significativi ancora ricavati con la 10ª osservazione e seguenti.

Essi sono condotti e abbandonati alla superficie dalle soluzioni che vi arrivano dal sottosuolo e che vi evaporano, per l'azione di agenti diversi (calore, vento ecc.). Agglutinando le particelle terrose vi costituiscono allora una crosta nettamente distinta che può contenere anche il 27 % di sal marino mentre il terreno sottostante non ne rivela che il 2 % od anche meno. Il fenomeno varia d'intensità col variare del calore e della ventilazione, epperò non solo varia col cambiare delle stagioni, ma in una stessa stagione e in uno stesso giorno, e sempre, col passare da un tempo bagnato od umido ad altro caldo ed asciutto. Chè il sal marino, eminentemente igroscopico e deliquescente, si scioglie anche sotto l'azione dei venti umidi di scirocco e del mezzogiorno, e parzialmente scompare nel sottosuolo, per poi risalire non appena il sole ed i venti asciutti del nord e di nord-ovest riattivino l'evaporazione delle soluzioni alla superficie.

Qual significato e qual rapporto abbia questo fenomeno colla vegetazione delle piante, non è chi non veda, epperò assai per tempo mi convinsi della necessità di ripeterlo sperimentalmente nella sua forma più semplice e nel massimo d'intensità, e di verificarlo nel terreno littoraneo. Posto ciò, prima di entrare nelle considerazioni biologiche che dal contegno di tutti questi elementi del terreno scaturiscono, reputo utile riportare altri dati in proposito onde avere una base sperimentale più larga che ne assicuri della loro costanza e del loro valore.

10ª Osservazione ed esperienza. — (Orto botanico 1902). M'interessava ripetere in forma esagerata la condizione di vegetazione che in questi terreni è fatta ad ogni specie di pianta. Perciò mi servii dell'apparecchio descritto in altra parte di questo lavoro (1), ed ivi feci germinare semi di *Salsola soda L.* Lasciai una sola pianta la quale alimentata dal basso da una forte soluzione nutritizia con l'aggiunta di sal marino, prosperò a meraviglia, come può vedersi dalla fig. 6ª, tav. II (2).

Alla superficie libera della sabbia s'andò formando una crosta salina, dapprima leggera, ma che poi indurì notevolmente coll'inoltrare dell'estate.

Essa è intera e solo presenta un foro regolare, là ove è attraversata dal fusto della Salsola. La soluzione salina venendo all'aperto attra-

(1) A. Casu. — *Loc. cit.*
(2) A. Casu. — *Loc. cit.*

verso la sabbia del cilindro, si è riversata esternamente abbandonando una crosta di sale purissimo attorno all'orlo del vaso cilindrico.

(Cfr. fig. 6, tav. II, vol. II, fasc 3°, *Ann. di Botan.*).

Il 5 agosto intaccai la crosta in un dato punto e per tutto il suo spessore, e ne tolsi un piccolo dado che pesò grammi 1.756. Lo spessore era circa 5 millimetri. Dal foro così praticato estrassi un grammo di sabbia sottostante.

Procedetti alla determinazione volumetrica del sale ed ebbi

nella crosta 40.491360 % nella sabbia 1.457325 %.

Dopo 10 giorni la crosta si era rifatta completamente e dell'intaccatura non restò che un leggero avvallamento. Ripetei altri assaggi ed ebbi risultati analoghi.

In analoghe condizioni si condusse altro esperimento con apparecchio simile, ma senza pianta alcuna. Il 30 ottobre lo consegnai

al Sanna (1) perchè ne facesse lui la determinazione del sale, e ciò anche come verifica dei risultati precedenti.

Avverto pertanto che l'apparecchio nel trasportarlo dall'orto al gabinetto di chimica, subì urti e rotture le quali stabilirono una comunicazione tra l'esterno e l'interno del vaso (*a*) ed in modo che in seguito, non più una sola estremità, ma ambe quelle del cilindro (*b*) si trovarono sottoposte all'azione dell'aria, epperò nell'una e nell'altra si verificò quanto altrimenti si sarebbe verificato nella parte superiore libera.

Si ebbe, pertanto:

crosta (estremità superiore)	sale	38.7017
alla profondità di 1 cm.	id.	1.380
alla profondità di 10 cm.	id.	3.280
alla estremità inferiore di 20 cm.	id.	17.420

La struttura particolare rivelata dal terreno ed il contegno fisico di ciascuno dei suoi principali elementi non parvero essere determinati da alcuna condizione speciale della salina, come tale, ma parvero essere determinati da condizioni d'ambiente, più generali, proprie di tutto il littorale del quale la salina stessa non è che una parte. Ond'è che nonostante il proposito di limitare le osservazioni biologiche all'interno delle saline, fu necessario esorbitare, e verificare se nella zona circostante gli stessi fatti si ripetevano nella stessa forma e nella stessa misura.

11ª Osservazione e ricerca. Littorale. — Tra la Palma ed il Canale vecchio di Palamontis si distende un tratto di littorale a superficie leggermente accidentata ed in cui i caratteri fisici del suolo variano a seconda della sua elevazione sul livello del mare. Conformemente varia la flora che vi si è stabilita, e partendo dai punti più elevati, forse qualche metro, per andare alle depressioni salate che tratto tratto si presentano, si osserva che essa è costituita da specie prettamente xerofile proprie dei terreni aridi e da specie succulente proprie dei terreni salati umidi. Fra le une e le altre non esiste una separazione netta, ma vi è un momento in cui si mischiano in parte là dove la superficie del suolo presenta un'attitudine media fra le due indicate e partecipa dei caratteri fisici della parte più alta e della più bassa. Due tratti così caratteristici si presentano alla sinistra ed a mezza strada di chi parte dai locali della Palma e si dirige al Canale di Palamontis, e circa a 200 m. prima di arrivare al Canale stesso. Furono scelti per gli assaggi di cui appresso:

(1) A. Sanna. — *Ecc. cit.*

a) Tratto elevato circa un metro sul livello del mare. — La flora è costituita dalle seguenti specie xerofile: *Carlina corymbosa* L. *Eryngium maritimum* L., *Thymelaea hirsuta* Endlich., *Inula graveolens* Desf., *Carduus pycnocephalus* L., *Marrubium vulgare* L., *Diplotaxis tenuifolia* D. C., *Echium maritimum* W., *Hordeum murinum* L., *Thapsia garganica* L., *Adonis aestivalis* L., *Medicago littoralis* Rohde, *Statice articulata* Lois — *St. echioides* L., *Statice dictyoclada* Boiss., *Plantago marittima* L. P., *Coronopus* L., *Senecio leucanthemifolius* Poir, *S. vulgaris* L., *Frankenia laevis* L., *Frankenia pulverulenta* L., *Suaeda Fruticosa* Forsk., *Bellis annua* L. e qualche altra.

Fra queste piante, e nel punto più elevato, si procedette ai seguenti assaggi:

9 aprile 1902.

Profondità	Acqua	Humus	Cloruri	Calcare	Silice e argilla
Alla superficie. . . .	5.00 %	3.80 %	0.1870 %	15.00 %	76.0130 %
A 5 cm.	7.00	4.20	0.2223	15.20	73.3777
» 10 »	8.30	0.30	0.2106	16.00	75.1894
» 20 »	11.00	0.70	0.6190	13.00	75.6810
» 25 »	9.00	1.20	0.1521	12.80	76.8479

L'acqua e l'humus presentano anche qui lo stesso contegno già rivelato nelle *aie* delle saline, mentre gli altri 4 elementi non concordano affatto. Perciò si dovette procedere ad altri assaggi in altro punto poco discosto dal precedente.

Si ebbe:

26 aprile 1902.

Profondità	Acqua	Humus	Cloruri	Calcare	Silice e argilla
Alla superficie. . . .	3.80 %	2.50 %	0.376 %	2.98 %	90.344 %
A 5 cm.	4.20	1.00	0.280	3.00	91.520
» 20 »	5.20	1.60	0.196	6.00	87.004
» 35 »	8.20	2.60	0.468	12.00	77.732

Oltre che per l'*acqua* e per l'*humus*, questa volta resta confermato anche qui il contegno del *sale marino* e quello del *calcare*, non però quello della *silice* e dell'*argilla*. Il terreno è molto duro e povero di acqua e di sostanza organica, epperò, indipendentemente dalla percentuale del sale, è tutt' altro che proprio alla vegetazione.

Pertanto è interessante constatare come la massa del terreno, costituita dal calcare, dalla silice e dall'argilla si presenti di costituzione molto uniforme alle sue diverse profondità, e presenti un valore che oscilla tra due limiti molto vicini, che sono 88 e 93.

b) *Depressioni littoranee.* — A partire dai punti su cui si fecero i precedenti assaggi, il terreno va dolcemente abbassandosi nella direzione dei bacini della salina si distende in larga spianata a costituire una depressione salata, e poi ancora va elevandosi insensibilmente dalla parte opposta fin presso i due canali che lo limitano a levante ed a mezzogiorno (1). Il tratto più depresso non è che a m. 0.20 sul livello dell'acqua d' infiltrazione che si raccoglie in un fosso che vi si osserva nel mezzo, ma per buona parte dell'anno l'acqua di pioggia e quella d'infiltrazione che proviene dal sottosuolo, impadula e ricopre la superficie. La flora che vi cresce è quella stessa del littorale acquitrinoso ed è costituita a partire dalla parte più interna, dalle specie:

— *Salicornia herbacea* L. in contatto diretto dell'acqua;

— *Salicornia fruticosa* L. in contatto diretto dell'acqua ed all'asciutto;

— *Juncus maritimus* Lam. *Polypogon monspeliensis* Desf.

Lygeum Spartum L., *Hordeum maritimum* With. ai margini della depressione in contatto dell'acqua e nella zona umida circostante.

— *Frankenia laevis* L., *Gynandriris Sisyrinchium* Parl.

— *Suaeda fruticosa* Forsk che stanno come anello di congiunzione tra le specie più interne della depressione e quelle esistenti sul tratto più elevato del littorale e già preso in esame nelle precedenti osservazioni.

9 aprile 1902. — A diversi metri dalla detta depressione e ad un livello di 0.40 su quello dell'acqua di infiltrazione raccolta nel fosso ivi scavato, si procedette alla formazione di diversi campioni di terra a differenti profondità.

(1) A. Casu. — Vedi tav. *loc. cit.*

Dalle corrispondenti analisi, si ebbe:

Profondità	Acqua	Humus	Cloruri	Calcare	Silice e argilla
Alla superficie. . . .	32.90 %	9.10 %	0.5850 %	10.00 %	47.4150 %
A 5 cm.	22.90	3.5	0.4329	14.80	58.3671
» 15 »	22.40	0.6	0.117	26.60	50.283
» 25 »	24.70	0.8	0.1755	27.00	47.3245
» 35 »	14.20	0.6	0.2574	20.50	64.4426

Il contegno dell'acqua è ben diverso da quello dimostrato nelle osservazioni precedenti 1ª serie. Sorvoliamo su ogni spiegazione in attesa di conferma.

L'humus, i cloruri ed il calcare si rivelano pienamente d'accordo con tutti i risultati finora ottenuti, mentre la silice e l'argilla non lo sono affatto.

Una verifica, più che opportuna, era necessaria, epperò a breve distanza dal punto precedente si procedette alla formazione di altri campioni collo stesso metodo.

26 aprile 1902.

Profondità	Acqua	Humus	Cloruri	Calcare	Silice e argilla
Alla superficie. . . .	2.92 %	2.08 %	0.1400 %	3.20 %	91.660 %
A 5 cm.	20.02	4.88	0.2340	14.00	60.866
» 15 »	15.80	1.40	0.1050	13.50	69.195
» 35 »	13.70	0.80	0.0936	16.50	69.707

Anche questa volta l'acqua del terreno ha rivelato la percentuale maggiore a piccola distanza dalla superficie, confermando così il risultato dell'osservazione precedente. Probabilmente ciò deriverà dalla maggiore capacità idrica acquistata dal terreno alla superficie in grazia della sua estrema finezza e della maggiore ricchezza in sali e sostanza organica. È bene ricordare che il terreno superficiale di queste depressioni salate, per l'azione dell'acqua che rigurgita dal sottosuolo e per quella della pioggia, le quali a lungo lo coprono, è stemprato e ridotto in poltiglia quando è coperto, ed in polvere finissima quando resta all'asciutto. Ha perduto perciò quelle proprietà fisiche che l'esperienza dimostra necessarie ad ogni terreno vegetale, e non le riacquisterà se non nel caso in cui venga

rotto e sollevato al modo stesso che altrove si è fatto nel littorale del golfo di Cagliari.

Il *calcare* aumenta colla profondità; la *silice* e l'*argilla* rivelano un contegno poco deciso.

Ora se si confrontano questi risultati dedotti dalle osservazioni istituite sul littorale, con quelli altri dedotti dalle osservazioni condotte sulle saline e da quelle sperimentali istituite nell'Orto botanico, non sarà difficile rilevare la grande analogia di contegno offerta dai diversi elementi del terreno, e particolarmente *dalla sostanza organica, dal sale e dal calcare.*

Questi risultati, conformi nella loro pluralità, mentre tendono ad avvalorarsi, dimostrano anche che il terreno delle *aie* e degli argini divisori delle saline ha assunto pur esso il carattere fisico della zona littoranea in mezzo a cui le stesse saline sorgono, salvo quelle differenze di valore indotte dall'esercizio dell'industria.

A complemento di queste notizie, credo bene aggiungere queste altre.

Attraverso la grande striscia di littorale che si distende fra il mare e le grandi saline della spiaggia e del Porto e che misura una larghezza che varia dai 200 ai 600 m., ho scavato a distanze diverse più serie di pozzetti onde raccoglervi acqua d'infiltrazione. Ho potuto così misurarne la concentrazione in gradi Beaumé, ed il livello, il quale varia a seconda dell'elevarsi e dell'abbassarsi di quello del mare e delle acque delle saliniere e dei canali vicini. È facile concepire il movimento, lento sì, ma incessante di quest'onda sotterranea che si propaga in tutte le direzioni, e che si innalza e si abbassa seguendo specialmente il moto del vicino mare spinto ora verso terra ed ora allontanatone, a seconda del vento che spira. Questo flusso e riflusso si può seguire anche nei punti depressi del littorale dove l'acqua ora trapela, si distende e impadula alla superficie, tal altra scompare seguendo l'alta e la bassa marea.

In questi movimenti dell'acqua sotterranea, è anche facile intendere come nel terreno che ne è percorso gli elementi solubili vadano totalmente sottratti e dispersi, un po' per forza meccanica ed un po' per diffusione.

Da questo impoverimento vanno esenti solo quelle parti che si trovano al disopra del livello massimo che possono raggiungere le soluzioni infiltranti; ma quelle altre che ne sono continuamente bagnate non possono che ridursi, od essere già ridotte, al solo scheletro calcare-silicico.

Ciò spiega a parer mio l'aumento relativo della percentuale del calcare in profondità.

Pertanto, nella massa del terreno possiamo distinguere due strati aventi caratteri ben definiti: l'uno superficiale, discontinuo e di spessore variabile, asciutto o inumidito nella sua parte inferiore: ed un altro sottostante, inquinato da abbondanti soluzioni salate, in modo permanente o con interruzione, le quali ogni tanto affiorano là ove il primo strato faccia difetto, come nelle depressioni littoranee.

Nel 1° caso l'acqua si muove e si conserva nel terreno in virtù di particolari proprietà fisiche che a tutti i terreni sono comuni, ed è utile: nel secondo si conserva per forza meccanica, ed è nociva, oltre che per la quantità, per le particolari condizioni fisiche che determina nel terreno.

Vedremo in seguito quale influenza possa avere questo fatto sulla vegetazione delle diverse specie di piante.

Considerazioni di ordine biologico. — Le cognizioni acquistate sulla natura fisico-chimica del terreno permettono di intendere quali siano qui i giusti rapporti di posizione fra i suoi principali elementi e la radice della pianta, e quanto sia diversa la condizione di vita fatta perciò alla pianta stessa a seconda della sua natura erbacea o legnosa, e secondochè sia annua, vivace o perenne, e posta in punti elevati oppure a livello del mare. Così la presenza di un sottosuolo inquinato dalle soluzioni del sal marino e la deficenza, e spesso la mancanza di uno strato fertile soprastante, spiega all'evidenza il perchè ed il come le specie erbacee dal sistema radicale specificamente ridotto o riducibile a minime proporzioni, prevalgano sulle legnose, ed il perchè in tratti di terreno relativamente elevati sul livello del mare, sia anche di solo qualche metro o meno, sia possibile la presenza di alberi o di arbusti.

Nel fare gli assaggi del terreno del littorale onde stabilirne l'altitudine sul livello delle soluzioni infiltranti e conoscere la concentrazione di queste ultime, ho scoperto anche il sistema radicale, spesso sviluppato e profondo, di molte piante, ma non ho mai osservato che esso si propagasse nella parte inquinata del sottosuolo. Solo la Salicornia fruticosa L., la Salicornia herbacea L., l'Obione portulacoides Moq. fanno eccezione.

Un fatto illustrativo degno di nota è quello che viene offerto dalla vegetazione che si è stabilita, o che annualmente si stabilisce nelle trincee che sono scavate attraverso il littorale del Porto e della Spiaggia. Esse sono profonde circa un metro tra scavo e rialzo, sono generalmente molto aperte, e nel periodo in cui non vi si tengono esercitazioni tattiche vengono in vario modo guaste a causa della frequenza delle persone e delle greggi. Questo fatto congiunto al lungo riposo in cui è lasciato il terreno, permette lo stabilirsi di specie di

piante che vegetano nell'interno, e vi assumono uno sviluppo che non è dato osservare in altri punti del littorale. Tuttavia, chi osservi attentamente, potrà rilevare che nelle trincee si fissano sempre secondo un ordine determinato e preciso: al fondo non si osserva che una rada vegetazione di alcune specie di graminacee che vivono a spese della parte più superficiale del terreno: a metà altezza o poco meno, comincia quella delle Salicornie, delle Suede (succulente) ora isolate, ora mischiate a molte altre specie, le quali ultime continuano fino alla sommità dei rialzi, mentre le prime, Salicornie ecc. scompaiono. Ora, qual è qui il fattore che agisce sulla distribuzione delle specie? La risposta non è difficile quando si sappia che in alcuni casi l'acqua del sottosuolo raccolta in fossetti scavati al fondo delle trincee non superò i 0.25° Beaumè di concentrazione e che essa si fermò ad una profondità varia secondo i giorni, dai m. 0.25 0.40.

Evidentemente, in questi casi bisogna escludere che sia il sal marino l'elemento regolatore, giacchè la percentuale di 0.25° che presenta il fondo delle trincee, nelle soluzioni che lo infiltrano, è tale da essere tollerata non solo dalle Salicornie e dalle Suede, che sono qui i generi halofiti per eccellenza, ma dalla generalità delle altre piante in condizioni normali di vegetazione.

Il fattore generale di selezione, poichè nella salina e nel littorale esiste, dobbiamo perciò cercarlo in altre condizioni dell'ambiente, e non ci sarà difficile riconoscerlo nella mancanza o nel debole spessore dello strato fertile del suolo. In molti tratti questo strato fertile manca del tutto là dove il basso littorale affiora, e la parte inferiore inquinata resta scoperta; in altri tratti, e questo è il caso più generale, detto spessore varia da pochi cm. a mezzo metro, ed in altri ancora molto meno frequenti, può raggiungere anche il metro. Ora qualunque radice fittonata o no, profonda o superficiale, non può che limitare il suo sviluppo a quella parte utile di terreno in cui le è dato di svolgersi liberamente. Se ora supponiamo che germi di piante di natura diversa, erbacea o legnosa, vengano trasportati dai comuni mezzi di diffusione in un ambiente simile, vedremo prosperare solo quelli, o quelle piante, che troveranno a loro disposizione uno strato fertile sufficiente per un adeguato sviluppo delle loro radici; le altre periranno. Ciò è appunto il fatto più comune in queste saline, e più ancora nel circostante littorale dove assume forma visibilissima e interessante. Chi parte dal Rollone (1) e si muove in direzione della Torre che, sul lido, sorge di fronte, troverà a pochi metri dal lato esterno della Salina, specialmente verso Oriente, una vasta vegetazione di *Juniperus macrocarpa* S. A. S. e di *J. phoeni-*

(1) Ved. tav. *loc. cit.*

cea L. i cui esemplari presentano tutte le dimensioni possibili tra un massimo di m. 1.50 e un minimo di m. 0.15 compresa la radice. Il differente sviluppo raggiunto dalle piante è in relazione all'altezza, sul livello del mare, dei diversi tratti di terreno sul quale esse sono fissate. Sono le superstiti, ma non le sole, della estesa vegetazione di Ginepro che una volta, come si scrive, (1) copriva i dintorni di Cagliari: furono risparmiate dalla scure solo per la meschinità delle forme. Il fatto riesce molto istruttivo dal punto di vista biologico, poichè, avendo queste piante un sistema radicale superficiale, dimostra che la loro vegetazione è qui possibile sol perchè le radici non penetrano nel terreno che a piccola profondità, laddove ne sono escluse tutte quelle altre specie la cui radice non può essere contenuta in uno strato fertile relativamente debole. Questo tratto di littorale, confinante colla salina, serve in parte come discarica di quanto si trae dalla pulitura delle saliniere. In diversi punti si sono formati, così, dei monticoli di oltre il metro, e gli esemplari di Ginepro che vi si stabilirono raggiunsero forme migliori che altrove.

Chi partendo da questo tratto littoraneo continui nella direzione della Torre, osserverà che il suolo va insensibilmente abbassandosi, e se a mezza strada scaverà un fossetto vedrà che in capo a poche ore si riempirà di acqua d'infiltrazione il cui livello si ferma a m. 0.20-0.30 dal suolo, a seconda della stagione e del movimento del mare, ed ha una concentrazione di decimi di gradi Beaumé. Il terreno è marnoso, dalla superficie viscida in tempo di pioggia o di vento umido: pulverulenta, crostosa e fragile nell'estate, spesso rotta e staccantesi in zollette. Si presenta sempre irregolarmente coperta da una triste vegetazione di Salicornia herbacea L. nella parte più bassa e umida, e di Lygeum Spartum L., a distanza, su zolle isolate e scalzate per l'azione dei venti e delle pioggie. E più oltre ancora, verso il mare, il suolo si eleva insensibilmente e si ricopre gradatamente, fino a circa 20 m. dal lido, di una vasta vegetazione di specie in gran parte legnose come Iuniperus, Cistus, Calycotome, ecc. mischiate a molte altre specie fruticose.

Nelle mie escursioni raccolsi 331 specie di piante le quali sono comuni a tutto il litorale di Cagliari. Passo a enumerarle seguendo l'ordine secondo il quale si presentano a chi le consideri partendo dai punti più bassi fino ai più elevati del littorale stesso, e ciò perchè questa tipica distribuzione è la dimostrazione più evidente della influenza della struttura fisica del terreno nella esclusione di molte specie e nella prevalenza di altre.

(1) F. Cavara. — *La vegetazione della Sardegna meridionale.* — Nuovo Gior. Bot. Ital., 1901.

Composizione e distribuzione della *Flora Fanerogama* littoranea n rapporto all'altitudine del suolo sul livello del mare.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Gimnosperme.	
		(1) * **Juniperus macrocarpa** Sibth.
		* **Juniperus phoenicea** L.
	Monocotiledoni.	
	Graminaceae.	
	Avena sativa *L.*	Δ
	Id. fatua *L.*	»
	Aegilops ovata *L.*	»
	Agropyrum Junceum *P. B.*	
	Briza maxima *L.*	»
	Bromus madritensis *L.*	»
	Id. maximus *Desf.*	»
	Id. tectorum *L.*	»
	Brachypodium distachyon *R. S.*	»
	Catapodium loliaceum *L. K.*	
	Catapodium tuberculosum *Moris.*	
	Corynephorus articulatus *P. B.*	
	Cynosurus echinatus *L.*	»
Hordeum maritimum With.		
	Hordeum murinum *L.*	»
	Imperata cylindrica *P. B.*	»
	Lagurus ovatus *L.*	»
	Lamarkia aurea *Moench.*	»

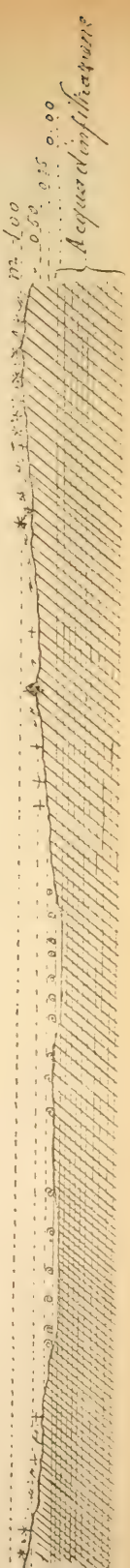
(1) Il nome scritto in disteso in corrispondenza di una delle tre altitudini dinota *prevolenza* della specie vegetale, mentre il segno Δ ne indicherà la presenza anche altrove.

* Albero od arbusto.

\+ Frutice o suffrutice.

⊙ Specie carnose e succolenti (Alofite).

Le specie non contrassegnate sono erbacee.



Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Lepturus cylindricus *Trin.*	
	Lepturus incurvatus *Trin.*	
	Lepturus filiformis *Trin.*	
Lygeum Spartum L.	Δ	
	Lolium rigidum *Gaud.*	
	Id. temulentum *Braun.*	*Koeleria phleoides* Pers.
		» *setacea* D. C.
		Melica Magnolii Gren. et God.
		Milium multiflorum Moris.
»	Psamma littoralis *P.B.*	Δ
		Panicum Crus galli L.
	Phragmites communis *Trin.*	Δ
Polypogon maritimus Moris.		
		Phalaris canariensis L.
	Psilurus nardoides *Trin.*	
		Puccinellia festucaeformis Parl.
		Scleropoa maritima Parl.
		Setaria verticillata P. B.
	Sphenopus divaricatus *Reich.*	
	Sporobolus pungens *Kunth.*	
		Stipa tortilis Desf.
		Triticum villosum P. B.
		Vulpia uniglumis Reich.
		» *myuros* Gm.
Juncaceae.		
Juncus conglomeratus L.	Δ	
» *acutus* L.	»	
» *maritimus* Lam.	»	
» *multiflorus* Desf.	»	
» *fasciculatus* Bertol.	»	
Cyperaceae.		
Carex divisa Huds.		
» *extensa* Good.		
» *recurva* Huds.		

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Asparagaceae.	
		(1) *Asparagus albus* L.
		» *acutifolius* L.
		» *aphillus* L.
	Liliaceae.	
		Allium roseum L.
		» *triquetrum* L.
		Asphodelus ramosus L.
		» *fistulosus* L.
		Muscari comosum Willd.
		Urginea fugax Steinh.
		» *Scilla* Steinh.
	Amaryllidaceae.	
		Gladiolus bizantinus Mill.
		Pancratium maritimum L.
		Ginandriris Sisyrinchium Parl.
		Romulea Columnae Seb. et Maur.
		Thelysia alata Parl.
	Orchideae.	
		Barlia longibracteata Parl.
		Serapias Lingua L.
	Dicotiledoni.	
	Urticaceae.	
		Urtica urens L.
		» *membranacea* Poir.
		Urtica pilulifera L.
		Parietaria officinalis L.

(1) Il nome scritto in disteso in corrispondenza di una delle tre altitudini dinota *prevalenza* della specie vegetale, mentre il segno Δ ne indicherà la presenza anche altrove.

* Albero od arbusto.

+ Frutice o suffrutice.

⊙ Specie carnose e succolenti (Alofite).

Le specie non contrassegnate sono erbacee.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Balanophoreae.	
Δ	⊙ Cynomorium coccineum *L.*	Δ
	Euphorbiaceae.	
		Euphorbia Peplus L. *Peplis* L. *pinea* L. *terracina* L. *exigua* L. *helioscopia* L. *Pithyusa* L. *Mercurialis annua* L.
	Polygonaceae.	
		Emex spinosa Campder. *Polygonum aviculare* L. » *maritimum* L. *Polygonum Roberti* Lois. *Rumex bucephalophorus* L. *Rumex pulcher* L.
	Amaranthaceae.	
		Amaranthus albus L. » *patulus* Bertol.
	Chenopodiaceae.	
	Atriplex crassifolia *C. A. May.* Atriplex patula *L.* » rosea *L.*	Δ
	Δ	* **Atriplex Halimus** L. * **Obione portulacoides** Moq. Tand.
+ ⊙ *Harthrocnemum macrostachyum* Moris	Δ	*Beta vulgaris* L.
+ ⊙ *Halocnemum strobilaceum* Bieb.		

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
+ ⊙ *Salicornia fruticosa* L.	Δ	
⊙ » *herbacea* L.		
	+ ⊙ Suaeda fruticosa *Forsk.*	(1) Δ
⊙ *Suaeda maritima* Moq.		
⊙ » *splendens* Gren. God.		
		Salsola Kali L.
⊙ *Salsola Soda* L.		
		+ ⊙ » *vermiculata* L.
		Chenopodium album L.
		» *murale* L.
		» *opulifolium* Schrad.
		Chenopodium vulvaria L.
		» *urbicum* L.
Cytinaceae.		
		Cytinus hypocistis L.
Ranunculaceae.		
		Adonis aestivalis L.
		Anemone hortensis L.
		» *coronaria* L.
		Delphinium gracile D. C.
		Nigella divaricata Beaup.
		» *damascena* L.
		Ranunculus bullatus L.
		» *Ficaria* L.
Papaveraceae.		
		Fumaria agraria Genn.
		» *officinalis* L.
		» *capreolata* L.

(1) Il nome scritto in disteso in corrispondenza di una delle tre altitudini dinota *prevalenza* della specie vegetale, mentre il segno Δ ne indicherà la presenza altrove.

* Albero od arbusto.

+ Frutice o suffrutice.

⊙ Specie carnose e succolenti (Alofite).

Le specie non contrassegnate sono erbacee.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
		Glaucium flavum Crantz.
		Glaucium phoeniceum Crantz.
		Hypecoum procumbens L.
		Hypecoum glaucescens Guss.
		Papaver Rhoeas L.
		» *hybridum* L.
		» *pinnatifidum* Moris.
	Crucifereae.	
		Alysum maritimum Lam.
		Brassica subularia Brot.
		Cakile maritima Scop.
		Capsella Bursa Pastoris Moench.
		Diplotaxis tenuifolia D. C.
		Diplotaxis erucoides D.C.
		Eruca sativa Lam.
		Lepidium procumbens L.
		Sinapis alba L.
		Sysimbrium Jrio L.
	Resedaceae.	
		Reseda alba L.
		» *luteola* L.
	Cistaceae.	
		* **Cistus salvifolius** L.
		* » **monspeliensis** L.
	Δ	*Helianthemum guttatum* Mill.
	»	*Helianthemum salicifolium* Pers.
	Frankeniaceae.	
	Δ	*Frankenia laevis* L.
	»	» *pulverulenta* L.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Cariophylleae.	
	Δ	(1) *Arenaria rubra* L.
	»	» *media* L.
		Cerastium vulgatum L.
		» *pentandrum* L.
	Herniaria hirsuta *Moris.*	
	Δ	*Lychnis Coelis-rosa* Desrouss.
		Lychnis laeta Ait.
	Paronychia argentea *Lam.*	Δ
		Polycarpon tetraphyllum L.
		Polycarpon alsinaefolium D. C.
Sagina maritima Dom.		
	Silene sericea *Att.*	Δ
	Δ	*Silene inflata* Sm.
	»	» *bipartita* Desf.
	Stellaria media *L.*	»
	Portulacaceae.	
		Portulaca oleracea L.
	Tamaricaceae.	
		* **Tamarix africana** Desf.
		* » **gallica** L.
	Hypericaceae.	
		* **Hipericum perforatum** L.
	Malvaceae.	
		Lavatera cretica L.
		Malva nicaensis All.
		» *sylvestris* L.

(1) Il nome scritto in disteso in corrispondenza di una delle tre altitudini dinota *prevalenza* della specie vegetale, mentre il segno Δ ne indicherà la presenza altrove.

* Albero od arbusto.

+ Frutice o suffrutice.

⊙ Specie carnose e succolenti (Alofite).

Le specie non contrassegnate sono erbacee.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
		Geraniaceae.
		Erodium staphilinum Bert.
		Erodium laciniatum Sibth. et Sm.
		Erodium affine Ten.
		» *malacoides* Willd.
		Geranium molle L.
		Linum angustifolium Huds.
		Oxalis cernua Thumb.
		» *corniculata* L.
		Rutaceae.
		* **Ruta chalepensis** L.
		Tribulus terrestris L.
		Gentianaceae.
		Chlora perfoliata L.
		Erythraea Centaurium Rich.
		Convolvulaceae.
		Convolvulus althaeoides L.
		Convolvulus arvensis L.
		Borragineae.
		Asperugo procumbens L.
		Borago officinalis L.
		Cerinthe aspera L.
		Cynoglossum pictum Ait.
		Echium maritimum Willd.
		Echium plantagineum L.
		Heliotropium europaeum L.
		Lytospermum arvense L.
		Myosotis versicolor Reich.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Solanaceae.	
		(1) *Hyosciamus albus* L.
		Lycium europaeum L.
		Solanum miniatum Willd.
		» *nigrum* L.
		» *sodomaeum* L.
	Scrophulariaceae.	
		Antirrhinum majus L.
		Linaria reflexa Desf.
		» *triphylla* Mill.
		Trixago viscosa Reich.
		Verbascum sinuatum L.
		Celsia cretica L.
	Orobancaceae.	
		Phelipaea ramosa Meiy.
	Lamiaceae.	
		Ajuga Jva L.
		Ballota foetida L.
		Lamium amplexicaule L.
		Lavandula Stoechas L.
		Marrubium vulgare L.
		» *Alysson* L.
		Micromeria graeca Bent.
		Salvia Verbenaca L.
		Satureja Thymbra L.
		Sideritis romana L.
		Stachys glutinosa L.
		* **Teucrium capitatum** L.
		* » **Marum** L.
		* **Tymus capitatus** Hoffm.

(1) Il nome scritto in disteso in corrispondenza di una delle tre altitudini dinota *prevalenza* della specie vegetale, mentre il segno Δ ne indicherà la presenza altrove.

* Albero od arbusto.

+ Frutice o suffrutice.

⊙ Specie carnose e succolenti (Aloïte).

Le specie non contrassegnate sono erbacee.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Verbenaceae.	
		Verbena officinalis L.
	Primulaceae.	
		Anagallis arvensis L.
	Plumbaginaceae.	
		Plumpago europaea L.
⅄	Statice echioides *L.*	
»	» densiflora *Guss.*	
»	» articulata *Lois.*	
»	» dictyoclada *Boiss.*	
Statice Limonium L.	Statice oleaefolia Scop. α *confusa* Gr. God. ⅄	
	Plantaginaceae.	
	⅄	*Plantago albicans* L.
	Plantago Bellardi *All.* ⅄	⅄
	» Lagopus *L.*	» *Coronopus* L. ⅄
	» Psyllium *L.*	
	Anacardiaceae.	
		Pistacia Lentiscus L.
	Phaseolaceae.	
		* **Anagyris foetida** L.
		Anthyllis Vulneraria L.
		Astragalus hamosus L.
		Biserrula Pellicinus L.
		* **Calycotome villosa** Link.
		* **Hedysarum capitatum** Desf.
		Hyppocrepis multisiliquosa L.
		Hyppocrepis ciliata L.
		Lathyrus Clymenum L.
		Lotus edulis L.
		» *creticus* L. β *tenuifolium* Gr. God.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre a m. 0.50
	Δ	(1) *Medicago littoralis* Rhode.
		+ **Melilotus messanensis** All.
		+ **Melilotus sulcata** Desf.
		Ononis reclinata L.
		» *biflora* Desf.
		» *variegata* L.
		» *viscosa* L.
		Psoralea bituminosa L.
		Tetragonolobus purpureus Moench.
		Trifolium angustifolium L.
		Trifolium spumosum L.
		» *scabrum* L.
		» *suffocatum* L.
		» *resupinatum* L.
	»	» *Cherleri* L.
	»	» *Arvense* L.
	»	» *procumbens* L.
	»	» *stellatum* L.
	»	*Trigonella monspeliaca* L.
		Vicia leucantha Biv.
Sanguisorbaceae.		
		+ **Poterium spinosum** L.
Rosaceae.		
		+ **Rubus fruticosus** L.
Lythraceae.		
		Lythrum hyssopifolia L.

(1) Il nome scritto in disteso in corrispondenza di una delle tre altitudini dinota *prevalenza* della specie vegetale, mentre il segno Δ ne indicherà la presenza altrove.

* Albero od arbusto.

\+ Frutice o suffrutice.

⊙ Specie carnose e succolenti (Alofite).

Le specie non contrassegnate sono erbacee.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Crassulaceae.	
	⊙ Sedum coeruleum *Vahl.*	*Umbilicus pendulinus* D.C Δ
	Aizoaceae.	
	⊙ Mesembrianthemum crystallinum *L.*	»
	⊙ Mesembrianthemum nodiflorum *L.*	»
	Apiaceae.	
		Blupleurum glaucum Rob. et Cast.
		Carum Carvi L.
	Δ	⊙ *Crithmum maritimum* L.
		Daucus Carota L.
		Eryngium campestre L.
	»	» *maritimum* L.
		Foeniculum piperitum D. C.
		Foeniculum vulgare Gaertn.
		Oenanthe fistulosa L.
		Ridolfia segetum Moris.
		Smyrnium Olusastrum L.
		Thapsia garganica L.
		Tordylium apulum L.
		Torilis nodosa Gmel.
	Rubiaceae.	
		Sherardia arvensis L.
		Galium saccharatum All.
		Callipeltis muralis Moris.
		Valantia muralis L.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Dipsaceae.	
		(1) *Dipsacus ferox* Lois.
		» *silvestris* Mill.
	Δ	*Scabiosa maritima* L.
	Ambrosiaceae.	
	Δ	*Ambrosia maritima* L.
	Compositae.	
		Scolymus maculatus L.
		Seriola aethnensis L.
		Urospermum Dalechampii Desf.
		Cichorium Intybus L.
		Hedypnois polymorpha D. C.
		Hyoseris scabra L.
		Crepis bulbosa Tsh.
		Picridium vulgare Desf.
		Sonchus oleraceus L.
		» *tenerrimus* L.
		Lactuca saligna L.
		Bellis annua L.
		» *perennis* L.
		Aster Tripolium L.
		Jasonia sicula D. C.
	Δ	⊙ *Inula crithmoides* L.
		» *viscosa* Ait.
		Eschembachia ambigua Moris.
		Evax pygmea Pers.
		Filago germanica L.

(1) Il nome scritto in disteso in corrispondenza di una delle tre altitudini dinota *prevalenza* della specie vegetale, mentre il segno Δ ne indicherà la presenza altrove.

* Albero od arbusto.

+ Frutice o suffrutice.

⊙ Specie carnose e succolenti (Alofite).

Le specie non contrassegnate sono erbacee.

Da m. 0 a m. 0.25	Da m. 0.25 a m. 0.50	Oltre m. 0.50
	Δ	*Helichrysum angustifolium* D. C.
	»	+ **Diotis candidissima** Desf.
		* **Artemisia arborescens** L.
		Pinardia coronaria Less.
		Maruta fuscata Brot.
		Senecio vulgaris L.
		» *leucanthemifolius* Poir.
		Calendula arvensis L.
		Carlina lanata L.
		» *corymbosa* L.
		» *racemosa* L.
		» *gummifera* Less.
	»	*Carduncellus lanatus* L.
		Centaurea aspera L.
		» *calcitrapa* L.
		Galactites tomentosa Moench.
		Carduus pycnocephalus All.

La distribuzione delle specie non è mai così precisa, che piante descritte in uno dei precedenti gruppi non possano trovarsi mischiate a quelle di un altro. Che anzi è facile osservare che molte piante del secondo gruppo possono trovarsi ora nel primo ed ora nel terzo; però, e questo è l'interessante, le specie descritte in questi due gruppi (1° e 3°) non si mischiano mai. Pertanto nel 1° caso si ha una sola pianta legnosa, e nel secondo se ne hanno undici, e le altre sono vivaci o perenni, dal sistema radicale fittonato o profondo.

Risulta chiaro che mentre queste profittano o tollerano tutte quelle altre condizioni che il clima marittimo fa a tutta la vegetazione in genere, non tollerano però quelle fisico-chimiche fatte dal sottosuolo inquinato. La loro generale esclusione nel terreno litto-

raneo ed in quello delle saline trova in ciò la più semplice e più precisa spiegazione. Già scrissi altrove come il Mascleff l'attribuisse al particolare beneficio che le specie erbacee ritrarrebbero dalle condizioni del clima marittimo, e come il Warming la facesse consistere nel carattere aperto dei terreni salati, e dimostrai anche quanto queste ipotesi fossero insufficienti. Invece colle cognizioni ora acquistate è facile intendere che il fatto è determinato da una condizione fisica di ambiente, ben definita e sperimentabile che risiede nella struttura del terreno. La vegetazione della piccola flora erbacea alla superficie delle depressioni, e quella esclusiva delle specie legnose là dove il suolo si eleva di qualche metro sul livello del mare, sono la prova più eloquente di quest'affermazione.

Per ciò che ha rapporto all'influenza del sal marino e della sostanza organica, qui mi fermerò solo a riassumere i risultati delle analisi già descritte, per ritornarci in seguito dopo il reperto di ricerche appositamente istituite.

La sostanza organica ed il sal marino si presentano in massima parte localizzati alla superficie, e pure agli strati superficiali è localizzata la vegetazione della generalità delle piante.

A tutta prima ciò indurrebbe a due supposizioni: 1° che le piante ritraessero un beneficio dalla presenza simultanea delle due sostanze: 2° che la loro resistenza fisiologica fosse molto aumentata per fatti speciali che per ora ci sfuggono. In modo assoluto non possiamo accettare nè l'una nè l'altra, non fosse altro che perchè mancano ancora i dati principali della discussione: « la quantità del sale assorbito dalle piante ». Tuttavia, combinando i risultati delle analisi finora discusse con quelli altri acquisiti sulla composizione, sviluppo e distribuzione delle diverse specie non sarà difficile il rilevare che alla superficie del terreno può raccogliersi una grande quantità di sale senza che le piante che vi si osservano vegetare ne risentano gli effetti in proporzioni corrispondenti. Basterà ricordare, invero, che le percentuali medie del sale riscontrato alla superficie nel tempo della germinazione delle piante si mantennero al disotto del $^1/_2$ % e che solo in pochi casi salirono al 2 e al 3 %: laddove, nel periodo della fioritura delle piante stesse si ebbero medie che andarono oltre il 27 % nella salina, e del 40 % nelle colture sperimentali. Ora questo aumento del sale avviene a gradi a gradi nel passare da una stagione fredda ad una calda, e da una meno calda a un'altra che lo è più. Ma a misura che il sale vi si raccoglie, le radici delle piante se ne allontanano pel conseguente sviluppo e raggiungono una profondità varia dai tre ai dodici centimetri dove, come si è visto, le percentuali del sale sono

di gran lunga molto più basse e punto differenti da quelle che la pianta trovò alla superficie quando vi comparve per la prima volta. Il sale che agisce sulle radici non è cioè quello solido che le soluzioni evaporanti all'aperto vi abbandonano, ma quello che trovasi nell'acqua che circola nel terreno.

Riassumendo, si ha:

1°) Il vero fattore di distribuzione delle specie vegetali nelle saline e nel littorale, risiede nella struttura fisico-chimica del terreno;

2°) La vegetazione delle specie legnose è impedita dalla mancanza o insufficienza di uno strato fertile di terreno, dall'inquinamento del sottosuolo e dal suo conseguente impoverimento;

3°) Il sale che si raccoglie alla superficie del suolo non può costituire un criterio sufficiente per dire del suo valore biologico in rapporto alla vegetazione delle piante.

5. — Studio fisico-chimico comparato del terreno e delle piante.

Nel tempo in cui fiorisce la generalità delle piante, in queste saline e nel littorale, salta subito all'occhio dell'osservatore il contrasto esistente tra lo sviluppo ora rigoglioso ed ora triste offerto da esemplari della stessa specie, che coprono, ora gli uni ed ora gli altri, vasti tratti delle *aie* a breve distanza tra loro. Si pensa subito all'influenza del terreno ed a quella del sale contenutovi; ma i molteplici fatti di vegetazione, tra loro discordanti, sono tali che spesso la causa apparente, che in alcuni casi pare determinare la tristezza della vegetazione, in altri pare promuoverne il rigoglio. In queste condizioni ogni interpretazione riesce insufficiente, e l'analisi delle ceneri delle piante, e quella del terreno sul quale le stesse vegetano, appare ancora il solo mezzo sicuro che possa mettere in evidenza fatti che l'osservazione elementare non potrà mai scoprire nè illustrare.

Le analisi furono estese a due specie, alla *Cakile maritima* Scop. ed al *Mesembrianthemum nodiflorum* L., siccome quelle che in maggior grado presentano una grande diversità di forme.

Osservazione (9 aprile 1902). — Nelle grandi saline della spiaggia l'estremità dell'aia esterna che fa capo a Staineddu resta elevata di circa mezzo metro sul livello del padule salato sottostante, ed ivi si ripete periodicamente una triste vegetazione di *Mesembrianthemum nodiflorum* L., le cui piante sviluppano raramente più di quattro verticilli di foglie, e la cui generalità non ne presenta più di due.

Il terreno è sciolto e polverulento alla superficie, ma durissimo alla profondità di pochi centimetri. Le piantine che si scelgono per le analisi sono già fiorite ed hanno il peso medio di un grammo.

L'analisi del terreno aderente alle radici, ha dato:

Piante tristi.

Acqua	Sost. organ.	Calcare	Silice-Argilla	Cloruri
—	—	—	—	—
11. 00 %	5. 20 %	22. 5 %	60. 1885 %	1. 1115 %

Come dato di confronto, il 28 giugno dello stesso anno si ripetè la stessa osservazione su piante fiorite e normalmente sviluppate, che vegetano a poca distanza dalle precedenti. Peso medio gr. 100.

Osservazione. — (28 giugno 1902).

Piante rigogliose.

Acqua	Sost. organ.	Calcare	Silice	Argilla	Cloruri
—	—	—	—	—	—
15. 00 %	7. 90 %	22. 00 %	65. 50 %	2. 1 %	1. 419 %

Confrontando questi dati, osservo che le piantine intristite si trovavano in condizioni sfavorevoli, per rispetto alle altre, per una minore percentuale di acqua e di sostanza organica contenuta dal terreno, ed in condizioni migliori per una percentuale minore di cloruri. Le differenze presentate dal calcare, dalla silice e dall'argilla non credo che abbiano avuto grande influenza sulla nutrizione e sullo sviluppo dei diversi esemplari della specie in esame, epperò tanto qui, come nelle osservazioni che seguiranno, non formeranno oggetto di particolare discussione. Questa in particolare verrà limitata agli altri elementi, sostanza organica, acqua e sali.

Bisogna pertanto esaminare se i risultati ora ricavati sono confermati da analoga osservazione su altra specie.

Osservazione (26 aprile 1902). — A metà lunghezza dell'*aia* esterna che guarda il mare, nella salina di Mezza Spiaggia si è localizzata la *Cakile maritima;* presenta esemplari ora sparsi e intristiti, ora rigogliosi, per estensioni di qualche ara, o poco meno.

a) A qualche metro da un cumulo di sale sono state tolte molte piantine estremamente tristi, dal fusto nullo, con un ciuffetto di 2, 4 od al più 6 foglie ridotte a proporzioni minime e di color grigio cenere, difficilmente distinguibile da quello del terreno; lunghe in media 2 o 3 centimetri, larghe $^1/_2$, ingrossate, durissime al tatto, col picciuolo cortissimo ed inserito sulla pianta a livello del suolo. Il peso medio dell'intera pianta non supera il grammo, e solo qualche

esemplare già fruttificato, con tre lomenti, ha raggiunto, fra quelli analizzati, il peso di 4 grammi.

Osservo che la superficie del suolo è stata rifatta e adattata con inclinazione verso il canale navigabile da una parte e verso un collettore dall'altra, e ciò dopo la costruzione del vicino cumulo di sale, quando ancora i residui salini vi erano abbondantemente disseminati. Ora è ricoperta da uno strato di terriccio arido e sciolto, ma il terreno sottostante è duro assai, e con fatica si riesce a romperlo con la spatola da erborizzazione.

Il terreno aderente alle radici di molte piantine intristite, analizzato, ha dato:

Piante intristite.

Acqua	Sost. organ.	Calcare	Silice	Argilla	Cloruri
—	—	—	—	—	—
7.40 %	1.65 %	9.20 %	78.00 %	1.40 %	2.85 %

b) A pochi metri di distanza dal tratto precedente e proprio sul ciglio del canale collettore, vegetano molte piante rigogliose della stessa Cakile associata alla Crepis bulbosa. Il terreno è visibilmente sciolto e sabbioso, e colla massima facilità si può scavare anche colle mani, tanto che per oltre un metro si possono seguire le radici della prima, ed i rizomi ancor più lunghi della seconda.

Composti e analizzati i campioni di terreno si ebbe:

Piante rigogliose.

Acqua	Sost. organ.	Calcare	Silice	Argilla	Cloruri
—	—	—	—	—	—
2.30 %	1.80 %	5.25 %	81.50 %	4.97 %	6.43 %

Limitando pur qui il confronto ai soli elementi acqua, sostanza organica e cloruri e traducendo in linguaggio ordinario il significato delle cifre che a questi corrispondono, si ha che le piantine intristite di Cakile si trovavano in condizioni sfavorevoli per rispetto alle altre, per una minore percentuale di *humus* nel terreno, e in condizioni migliori per una maggiore quantità di acqua ed una minore di cloruri. L'acqua, invero, era contenuta nel terreno in quantità tre volte maggiore di quella riscontrata in contatto del sistema radicale dei corrispondenti esemplari a sviluppo normale, ed il sale in quantità tre volte minore; la differenza tra le due percentuali di sostanza organica è quasi trascurabile.

Riassumendo i dati di queste quattro *Osservazioni*, si dovrebbe concludere:

1° L'acqua, la sostanza organica, il calcare, la silice e l'argilla hanno rivelato un contegno che non ha nessun rapporto collo sviluppo della pianta;

2° Il sale si presenta in maggiore quantità nel terreno aderente alle radici delle piante meglio sviluppate.

Talchè, basandosi sul criterio utile dedotto dalla costanza con cui il rigoglio della pianta corrispose sempre, per le due specie esaminate, ad una maggiore quantità di sale nel terreno, si dovrebbe concludere in favore dell'azione utile del sale stesso. Ma il criterio non mi pare ancora abbastanza sicuro, ed è necessario prendere in esame, prima, le analisi delle ceneri delle piante in osservazione.

Analisi delle piante. — Si ha:

Mesembrianthemum nodiflorum L. — Le piante analizzate sono quelle stesse di cui alle osservazioni del 9 aprile e del 28 giugno, e di cui si è già esaminata la composizione del terreno aderente alle radici.

In 100 parti di pianta intristita.			In 100 parti di ceneri.			
Acqua	Sost. organ.	Ceneri	Cloro	Acid. carb.	Potassa	Soda
—	—	—	—	—	—	—
72.826 %	19.25 %	7.924 %	18.25 %	28.92 %	8.48 %	39.99 %

In 100 parti di pianta rigogliosa.			In 100 parti di ceneri.			
Acqua	Sost. organ.	Ceneri	Cloro	Acid. carb.	Potassa	Soda
—	—	—	—	—	—	—
73.84 %	15.04 %	11.12 %	10.295 %	21.60 %	6.005 %	37.957 %

Confrontando si ha:

Nelle piantine intristite l'acqua era contenuta in quantità di poco minore che nelle piante rigogliose; le ceneri rappresentanti la somma dei sali, $^1/_3$ meno; il cloro quasi al doppio e la soda il 2 % in quantità maggiore di quello che era contenuta nelle piante rigogliose.

Prima di discutere questi risultati, trascrivo quanto si ricavò analogamente per la

Cakile maritima Scop.

In 100 parti di pianta intristita.			In 100 parti di ceneri.			
Acqua	Sost. organ.	Ceneri	Cloro	Acid. carb.	Potassa	Soda
—	—	—	—	—	—	—
73.66 %	24.03 %	2.31 %	23.85 %	7.28 %	8.38 %	15.015 %

In 100 parti di pianta rigogliosa.			In 100 parti di ceneri.			
Acqua	Sost. organ.	Ceneri	Cloro	Acid. carb.	Potassa	Soda
—	—	—	—	—	—	—
75.38 %	21.27 %	3.35 %	11.85 %	7.15 %	17.30 %	19.67 %

Anche per questa specie, confrontando, si ha:

Nelle piantine intristite l'acqua era contenuta in quantità di peso minore a quella contenuta nei corrispondenti esemplari rigogliosi; i sali $^1/_3$ in meno; il cloro in quantità più che doppia e la soda $^1/_2$ in meno.

La potassa rivela un contegno molto incerto.

Gli elementi, che, nei casi delle due specie esaminate, conservano un comportamento uniforme, sono l'acqua, la sostanza organica e le ceneri in 100 parti di pianta viva, ed il cloro in 100 parti di ceneri. Nell'interpretare queste analisi mi fermerò appunto a questi elementi ed alla soda, scrivendo di qualche altro quell'accenno che mi parrà opportuno.

Pertanto quale significato biologico dovremo dare a queste differenze, ossia quale rapporto potrà correre tra esse e lo sviluppo raggiunto dalle diverse piante?

È quanto ora si vedrà.

Acqua. — L'importanza dell'acqua quale componente normale del plasma è a tutti nota, e lo è particolarmente per le due specie qui prese in esame a causa della loro ricchezza in tessuti parenchimatosi nei fusti e nelle foglie. Epperò anche le percentuali dell'uno e del due al disotto dell'*optimum* potrebbe in alcuni casi determinare disturbi funzionali, e avere perciò un riflesso nell'accrescimento della pianta.

Ma la differenza di sviluppo che questi esemplari presentano è troppo grande, perchè possa essere anche in piccola parte determinata dall'uno o dal due per cento di acqua in più o in meno. Invero per l'una e per l'altra specie si confrontano piantine intristite del peso medio di un gramma con altre di 100 pel Mesembrianthemum nodiflorum L., e di 200 per la Cakile maritima. È assurdo il supporre che nel caso delle piante tristi la sospensione dei fatti formativi, o comunque i disturbi che portano all'arresto dell'accrescimento, possa essere determinata da una causa così piccola.

Sostanza organica. — L'analisi centesimale ne rivela una percentuale maggiore nelle piante intristite. Da ciò si dovrebbe dedurre, con criterio troppo elementare da molti seguito, che le condizioni di ambiente in genere, o le azioni specifiche dei singoli fattori, fossero più favorevoli alla loro vegetazione. Ciò è contrario al vero, sia per la possibilità che questa più alta percentuale sia una funzione numerica della diminuzione dell'acqua e dei sali, sia perchè la quantità della sostanza organica prodotta da una pianta, per essere assunta come indice certo e sicuro di rigoglio, va calcolata in

rapporto alla quantità totale delle unità di peso della pianta stessa, il cui sviluppo è in ogni caso la dimostrazione materiale e migliore della sua attività vegetativa.

Ceneri. — La composizione centesimale di 100 parti di pianta viva ne contiene una quantità che è maggiore negli esemplari rigogliosi, e per ambe le specie studiate le percentuali si trovano in un rapporto che approssimativamente può essere espresso con 3 : 2. Ora, una maggior quantità di ceneri in piante della stessa specie, e che, come quelle prese in esame, contenevano una percentuale di acqua quasi uguale, è indice certo di un maggior assorbimento di sali dal terreno. Ma la misura esatta di questa « maggior somma di sali assorbiti », più che dalla composizione centesimale dell'unità di peso, si ha dal confronto della quantità totale della cenere fornita dalle piante intere.

E ciò perchè è sempre possibile che pesi o volumi uguali di una stessa pianta o di piante diverse, in terreno della stessa natura, contengano la stessa quantità di sali indipendentemente dallo sviluppo raggiunto.

Riferendoci alle piante intere, la quantità delle ceneri diventa:

	Peso medio della pianta	CENERI		
		In 100 parti di pianta	In un gr. di pianta	Peso totale dei sali assorbiti
Mesembrianthemum nodiflorum L.				
Esemplari intristiti.	gr. 1.00	7.924	gr. 0.07924	gr. 0.07924
» rigogliosi	» 200.00	11.12	» 0.1112	» 22.240
Cakile maritima.				
Esemplari intristiti.	gr. 1.00	2.31	gr. 0.0231	gr. 0.0231
» rigogliosi	» 300.00	3.35	» 0.0335	» 10.050

Stabilito ciò, viene spontanea la domanda: Le specie chimiche che entrano a costituire le ceneri delle piante intristite e quelle delle piante rigogliose, sono qualitativamente e quantitativamente le stesse, oppure, nell'uno e nell'altro caso presentano differenze apprezzabili che possano avere qualche relazione collo sviluppo corrispondente delle piante stesse? Ed ancora: Questa grande differenza di forme e di sviluppo ha la sua ragione nella maggiore o minore

quantità di qualcuno degli elementi delle ceneri, oppure ha relazione con qualche altra condizione di ambiente?

Per rispondervi basterà esaminare tre fra gli elementi rivelati dall'analisi: il cloro, la soda o la potassa, e particolarmente i due primi, siccome quelli ai quali si dà qui un valore biologico particolare in rapporto alla vegetazione.

a) *Cloro.* — L'analisi centesimale delle ceneri rivela che questo elemento trovasi più o meno in quantità doppia nelle piante intristite. Questa notizia però non è sufficiente da sola, per dire della possibile influenza del cloro, ma è necessario anzitutto determinarne la sua quantità assoluta nell'unità di peso della pianta. Ciò equivale a considerarlo nel momento in cui esso può agire sul plasma vegetale. Questo risultato si ottiene calcolando il cloro contenuto nelle ceneri corrispondenti a 100 parti di pianta viva.

Si ha così:

Mesembrianth. nodifl.

Esemplari intristiti:

Se 100 parti di ceneri contengono parti 18.25 di cloro, parti 7.924 di ceneri, ne conterranno x.

E semplificando:

$100 : 18.25 :: 7.924 : x$; d'onde $x = 1.446$ parti di cloro.

Esemplari rigogliosi:

Con processo analogo si ha:

$100 : 10.295 :: 11.12 : x$; d'onde $x = 1.1448$ di cloro.

Cakile maritima.

Esemplari intristiti:

$100 : 23.85 :: 2.31 : x$; d'onde $x = 0.5509$ di cloro.

Esemplari rigogliosi:

$100 : 11.85 :: 3.35 : x$; d'onde $x = 0.3968$ di cloro.

Le cifre così ricavate esprimono la quantità assoluta del cloro contenuto nelle soluzioni saline che circolano nella pianta o nella sua unità di peso o di volume. Qui per essere più precisi occorrerebbe considerarlo anche in rapporto alla quantità dell'acqua che, libero o associato con altri elementi, lo tiene in soluzione. Ma nel caso delle piante in esame, ciò non è necessario, poichè le percentuali di acqua da esse contenute non differiscono che di uno o due centesimi, ciò che è trascurabile.

Talchè, limitando il calcolo alle ultime cifre ricavate, e ponendole in rapporto collo sviluppo delle piante cui si riferiscono, alla precedente domanda si può rispondere che le differenze fra 1.446 e 1.448 che sono le percentuali del cloro in 100 parti di piante vive, intristite le une, rigogliose le altre, pel Mesembrianth., e fra 0.5509 e 0.3968 per la Cakile, non sono sufficienti a spiegare l'intristimento degli esemplari che lo contengono in maggiore quantità.

Un elemento chimicamente attivo come questo se agisce sul plasma vegetale allorchè è contenuto nella pianta colla percentuale di 1.446 agisce anche, per quanto in proporzione minore, con quella di 1.1448. Ed i disturbi funzionali ai quali nell'uno e nell'altro caso può dar luogo non possono essere così diversi per natura ed intensità da determinare tanta differenza di sviluppo quant'è quella offerta dalle piante in esame. Osservo poi che la sospensione dei fatti formativi non porta mai, o in casi rari, alla sospensione di tutti quelli altri fatti che danno luogo alla fioritura ed alla fruttificazione, i quali sono pur essi altrettante manifestazioni dell'attività del plasma. Giacchè, lo ricordo ancora una volta, la differenza che esiste fra le piante prese in esame consiste solo nel numero, nelle dimensioni e nelle forme degli organi, (radice, fusto, foglie, fiori); ma il ciclo vegetativo si compie per intero e in tutti i casi, a partire dalla germinazione fino alla fioritura e maturazione del seme.

b) *Soda.* — Le ceneri delle piante intristite di Mesembrianthemum nodiflorum ne rivelano una percentuale che è maggiore del 2 % di quella riscontrata nei corrispondenti esemplari rigogliosi, ma nella Cakile maritima essa presenta un contegno diverso. Talchè, se nel dire della sua azione sul plasma vegetale si adottasse per criterio il confronto tra queste percentuali e lo sviluppo che le piante presentavano in natura, si dovrebbe concludere che detta sostanza è dannosa in un caso e utile nell'altro; il che sarebbe errato. La differenza del 2 % è poco significativa in confronto all'alta percentuale che anche le piante normalmente sviluppate, ne contengono; inoltre se con calcolo analogo a quello seguito per il cloro si determina la quantità della soda in cento parti di pianta viva, si troverà che la differenza presentata dall'analisi centesimale delle ceneri delle piante di Mesembrianthemum scompare, assume senso contrario, e conforme a quello riscontrato nelle ceneri della Cakile maritima.

Invero si ha:

Mesembrianthemum nodiflorum. — *Piante intristite.* — In 100 parti di ceneri ne erano contenute 39.99 di soda, e gr. 7.924 di

ceneri ne avranno contenuto tanto quanto ne viene indicata dalla proporzione:

$$100 : 39.99 :: 7.924 : x; \text{ d'onde } x = 3.169.$$

Analogamente, per i corrispondenti esemplari rigogliosi, si avrà:

$$100 : 37.957 :: 11.12 : x; \text{ d'onde } x = 4.221.$$

I valori così dedotti sono troppo eloquenti perchè abbiano bisogno di interpretazione.

Cakile maritima. — Piante intristite. — In 100 parti di ceneri sono contenute 15.015 parti di soda, e in parti 2.31 ne saranno contenute tante quante ne dà la seguente proporzione:

$$100 : 15.015 :: 2.31 : x; \text{ donde } x = 0.3468.$$

Analogamente per gli esemplari rigogliosi:

$$100 : 19.67 :: 3.35 : x; \text{ donde } x = 0.6589.$$

I risultati sono molto istruttivi; e anche nell'ipotesi ammissibile che una piccola parte della soda si trovi estranea alla soluzione libera, si avrebbe che nelle piante intristite, in esame, doveva circolare una soluzione sodica poco differente del 4.170 °/₀ ed in quelle rigogliose una del 5.353 °/₀ le quali sono di gran lunga superiori a quelle più elevate di cloruro di sodio sperimentate come tossiche sul plasma vegetale.

Non solo; ma per quanto non si possa dire con precisione quale sia lo stato della soda nei succhi vegetali, pure tenendo conto della sua solubilità e di quella dei suoi sali, della sua affinità per il cloro e del suo stato di combinazione prima dell'assorbimento, vi è luogo a supporre che nei succhi vegetali si trovi allo stato di cloruro, epperò la concentrazione salina che vi determinerebbe sarebbe ancor superiore a quella precedentemente calcolata.

Dal riassunto di tutti questi risultati si rileva una relazione costante tra la presenza e la quantità della soda contenuta nelle ceneri delle piante analizzate, e lo stato di rigoglio che presentavano queste ultime prima di essere raccolte, epperò con interpretazione letterale si dovrebbe concludere in favore dell'utilità di questa sostanza. Ma questa conclusione è da respingere, poichè se detta costanza è vera, è anche vero che le differenze con cui essa è stata riscontrata in tutti gli esemplari, non sono tali da far credere che negli intristiti non possa più esercitare quell'azione utile che si attribuirebbe nei rigogliosi.

In questi dati io vedo il contegno di una sostanza affatto, o poco, attiva, che, passivamente trascinata dalla corrente osmotica nell'interno della pianta, vi può essere contenuta a lungo e in quantità rilevanti, senza venire assimilata e senza ostacolare, se non in casi speciali, l'assimilazione di ogni altro elemento. Questi casi, a parer mio, vanno riferiti a quelle condizioni patologiche che spesso particolari fattori dell'ambiente inducono nelle piante e che sono capaci di accentuarsi anche per l'azione di cause che altrimenti riuscirebbero indifferenti. Tale sarebbe una nutrizione lenta e incompleta determinata da vera povertà del terreno di sostanze utili o da un assorbimento reso difficile dalle condizioni fisiche del terreno stesso. P. es. dalla compattezza o dalla presenza di elementi divisori troppo numerosi.

c) *Potassa.* — Il contegno di questa sostanza, osservato nella composizione centesimale delle ceneri, ripete quello già osservato per la soda, però riferito a 100 parti di pianta viva se ne discosta alquanto.

Si ha, nel

Mesembrianthemum nodiflorum — Piante intristite. — In 100 parti di cenere ne sono contenute 8.48 di Potassa, e in 7.924 di cenere ne sono contenute tante quante ne dà la seguente proporzione:

$100 : 8.40 :: 7.924 : x$; donde $x = 0.67195$ (in 100 parti di pianta viva).

Con lo stesso calcolo, si ha, per gli esemplari rigogliosi:

$100 : 6.005 :: 11.12 : x$; donde $x = 0.66775$ (in 100 parti di pianta viva).

La quantità della Potassa sarebbe perciò di poco differente nelle piante vive in esame, chè nelle condizioni di vegetazione in cui furono osservate e raccolte ne contenevano quantità eguali.

Analogamente si ha per la

Cakile maritima. — Piante intristite.

$$100 : 8.38 :: 2.31 : x; \text{ donde } x = 0.19357.$$

e per quelle rigogliose:

$$100 : 17.30 :: 3.35 : x; \text{ donde } x = 0.67955.$$

Le piante rigogliose avevano assorbito, cioè, una percentuale di potassa quattro volte maggiore di quella assorbita dai corrispondenti esemplari intristiti.

Considerazioni. — Le notizie acquisite collo studio analitico delle specie prese in esame possono essere così riassunte:

1° *La quantità relativa ed assoluta dei sali assorbiti dalle piante è sempre maggiore negli esemplari meglio sviluppati;*

2° *L'acqua non presenta differenze quantitative apprezzabili;*

3° *Il cloro, la soda e la potassa non rivelano alcun contegno costante in relazione al diverso sviluppo che presenta la pianta viva.*

E paragonando queste notizie con quelle altre relative alla costituzione chimica del terreno, si può scrivere:

« La costituzione chimica delle piante ripete perfettamente quella « del terreno, e le differenze quantitative che nell'uno e nell'altro « caso possono presentare i singoli elementi, non sono tali da spie- « gare e da permettere l'interpretazione di uno qualunque dei fatti « di vegetazione già descritti per la flora di queste Saline e per « quella del littorale circostante ».

E più particolarmente:

« *Lo sviluppo e la forma delle piante analizzate non avevano relazione colla quantità di acqua, cloro, soda e potassa che le piante ed il terreno contenevano* ».

Il microfitismo così tipico nelle due specie studiate, sembra perciò essere determinato da cause estranee alla natura chimica del terreno.

Invero l'enorme differenza di sviluppo presentata da piante della stessa specie aventi una stessa costituzione chimica, e vegetanti in terreni pure egualmente costituiti, non può dipendere che dalla diversa intensità con cui nello stesso tempo furono assorbite ed assimilate le sostanze nutritizie necessarie. Il regolare sviluppo, nel caso in esame, deve perciò considerarsi come una funzione delle azioni fisiche del terreno (compattezza, permeabilità, ecc.), le quali, costituendo attorno alle radici l'ambiente in cui le differenti azioni chimiche si svolgono, favoriscono od ostacolano i fatti di scomposizione e di ricomposizione cui le diverse sostanze danno luogo, e regolano l'assorbimento dei prodotti che ne derivano.

Ciò viene provato anche dalla seguente esperienza: Basta togliere dal luogo di origine piantine di *Cakile maritima* Scop., *Mesembrianthemum nodiflorum* L. . . . ecc. già fiorite e trapiantarle indi in terreno di giardino. Sottoposte a regime di soluzione nutritizia con aggiunta di sal marino, esse riprendono a vegetare, prima lentamente e poi con rigoglio, mentre i fiori già formati gradatamente avvizziscono, senza che i frutti successivamente maturino. In capo a qualche mese le piante raggiungono considerevole sviluppo, rifioriscono e fruttificano.

Il criterio che suggerì quest'esperienza fu il seguente: « *Somministrare alle piantine, sotto forma assorbibile, i sali che si trovavano nel terreno, e osservare se, e come, si modificavano le dimensioni e la forma degli organi* ».

I risultati sono stati in tutti i casi eloquenti e dimostrano che « le piante prosperano anche in presenza di forti percentuali di sal marino, quando contemporaneamente possano assorbire altri sali utili, e che pertanto le tracce che di questi ultimi può contenere il terreno in vicinanza delle radici, non sempre sono sufficienti per una normale vegetazione ».

A queste condizioni di vita deve anche riferirsi la precocità della fioritura nella flora spontanea, e che qui parrebbe determinata dal carattere salino della stazione.

Invero il fatto per cui *i processi che conducono alla fioritura ed alla fruttificazione possono essere modificati e sospesi allorchè s'interviene opportunamente con soluzioni nutritrizie e si riattivano i fatti formativi*, dimostra che i primi sono particolarmente favoriti dallo stato di insufficiente nutrizione in cui le piante si trovano.

Di non minore importanza è l'altro fatto rivelato dall'analisi e che si riferisce alla costituzione chimica della pianta e per il quale *gli esemplari meglio sviluppati contengono in confronto di pesi uguali di quelli intristiti una quantità maggiore di cloro e di soda, od una di poco minore.* Ciò dimostra che *la capacità che hanno le piante di contener questi due elementi aumenta in ragione diretta della prosperità che esse raggiungono in dipendenza delle loro condizioni utili di vegetazione.*

Considerazioni e conclusioni generali. — I risultati delle presenti ricerche concordano nel dimostrare che i fatti di biologia descritti per la flora di queste saline e del littorale (*sporadicità*, *microfitismo* e *particolare ubicazione*) sono indipendenti dal valore tossico o da quello alimentare attribuibile al sale marino, e che essi debbono considerarsi come l'effetto multiforme di condizioni più generali di nutrizione in cui le piante possono trovarsi. L'essere o non essere di queste ultime in determinati punti, dipende cioè dalla struttura del substrato e dal *minimum* di forme al quale le specie possono ridursi senza che periscano.

Le stesse specie alofite le quali sono le prevalenti e spesso le esclusive dei tratti littoranei depressi ed inquinati, se da un lato dimostrano che la loro presenza è legata ivi a quella delle soluzioni salate del sottosuolo, dall'altro dimostrano anche col loro permanente intristimento, col loro contenuto di cloro, di soda e di potassio e coi

fatti cui dànno luogo quando in quelle condizioni vengano trattate con soluzioni nutritizie, che quest'azione del sale marino resta estranea ai fatti vegetativi delle piante.

Invero tutte le ricerche analitiche e sintetiche hanno dato il seguente risultato:

1° Il cloro ed il sodio possono essere contenuti in quantità indifferente nelle piante;

2° L'intristimento delle piante cessa pel riattivarsi della loro vegetazione allorchè si somministrino ad esse delle soluzioni nutritizie.

L'azione del sale si rivela così di carattere puramente meccanico ed in rapporto a particolari condizioni di struttura, le quali ultime costituiscono perciò il vero adattamento delle alofite. Intanto esse subiscono tutte le altre vicende di vita cui ogn'altra specie va soggetta, e prosperano o intristiscono a seconda della ricchezza o della povertà di tutti quelli elementi che l'esperienza dimostra utili e necessari ad ogni pianta.

Il fatto costante, poi, per cui queste alofite dànno una grande quantità di ceneri, (il che equivale a contenere una grande quantità di sali) lascia anche supporre che in grazia della loro particolare struttura esse possano trarre dalle soluzioni saline un utile maggiore di quello che ogni altra specie può trarne.

Posto ciò, è chiaro che il loro intristimento e quello di tutta la flora in generale, non abbia la sua origine nell'azione tossica del sale marino, ma nella povertà di sostanze utili e nei caratteri fisici del substrato.

E poichè la quistione ha il suo lato pratico, dirò, come, prima e durante le presenti ricerche la pratica agricola abbia risposto analogamente al vieto pregiudizio della *tossicità assoluta* del sale marino, e che il littorale sempre povero di vegetazione, e più che tutto di piante utili, da tempo ed in molti tratti, rotto e dissodato il terreno, è stato adibito alla coltivazione delle piante erbacee, di frutici ed anche di alberi, con buoni risultati. Eppure, in tutti questi casi, la percentuale del sale nel terreno, è rimasta o si rivela costante o quasi.

L'azione tossica del sale marino affermata dal Lesage e dal Coupin, e sperimentata somministrando questo sale in soluzione pura di acqua ridistillata, non può essere invocata per dire della resistenza fisiologica delle piante prese in esperimento. Giacchè il privare la pianta stessa di quelle sostanze che essa ha facoltà di assorbire e di assimilare, vale porre il plasma vegetale nella condizione di non potersi rifornire di quanto esso continuamente consuma. Sarebbe lo stesso che voler sperimentare la potenza di una macchina a vapore senza bruciare

il carbone necessario, dimenticando che il lavoro non è che trasformazione di calore.

Le condizioni patologiche nelle quali si pose il plasma nelle esperienze anzidette sono da sole sufficienti a determinarne la morte. epperò nessuna meraviglia se la presenza di una data sostanza in eccesso possa in qualche modo contribuirvi accelerandola.

La resistenza fisiologica della pianta non è un attributo insito e indipendente dalle condizioni di ambiente, ma è data « *da quella risultante, di qualunque natura essa sia, cui i diversi elementi chimici possono dar luogo nell'interno della pianta stessa, in virtù delle loro affinità e delle molteplici cause fisiche che le influenzano* ». Posto ciò, misurare l'una vale quanto misurare l'altra, nè si potrà avere giusto concetto del valore della prima, se non conservando le componenti della seconda in condizioni normali.

Il criterio da me seguito in queste ricerche fu appunto quello di « *verificare per via analitica, e, meglio ancora, per via sintetica, se le piante avevano a loro disposizione e se assorbivano dal terreno oltre che il cloro e la soda, anche tutti gli altri n-2 elementi* ». I risultati ottenuti per vie diverse e verificati nei modi più differenti confermano che:

« Indipendentemente dallo stato, natura e intensità colla quale il cloro e la soda possono agire sul plasma vegetale, la resistenza fisiologica della pianta salina aumenta notevolmente in ragione della prosperità che le deriva dalla presenza e dall'azione di tutti gli altri fattori utili alla vita ».

Epperò nelle condizioni di osservazione e di esperimento in cui si posero i predetti autori, sarà sempre possibile constatare che la generalità delle piante che vegetino in contatto di 1.50 % di sale marino presentino una decomposizione della clorofilla: che questa percentuale sia l'equivalente tossico di detto sale; che si osservino molti fatti di vegetazione che conducano alla interpretazione data dallo Schimper alla sua azione sui succhi vegetali, od all'altra data dallo Stahl sulla chiusura degli stomi: ma l'alta percentuale del 6 % di sale marino trovato aderente alle radici delle piante spontanee qui prese in esame, la più alta concentrazione salina dei succhi vegetali, quelle altissime di cloro e di soda riscontrate in piante rigogliose in confronto a valori minori offerti dai corrispondenti esemplari intristiti saranno certo la miglior prova che non sempre gli stomi si chiudono, che non sempre il sale marino avvelena i succhi, che il suo coefficiente tossico non sempre è elevato quale comunemente lo si afferma, e che la clorofilla non sempre si decompone, nè che i cloroplasti si riducono.

Chi ne assicura che le condizioni di vita che le piante trovano nel littorale non sieno le stesse fatte dal Lésage e dal Coupin alle loro colture, e che gli esemplari da loro osservati vi intristissero sol perchè dal terreno stesso non potevano assorbire che soluzione di sale marino? E nell'ipotesi che il terreno contenesse tutti i sali utili in quantità sufficiente, chi ne assicura che tutte le altre condizioni di ambiente fossero favorevoli al loro assorbimento ed alla loro assimilazione? Dalle analisi precedentemente discusse risulta che « piante vegetanti in terreno avente caratteri chimici costanti, si rivelarono pur esse analogamente costituite, ma spesso con sviluppo molto differente ».

Non solo, ma, fatto interessante, il Sanna dimostra che nel caso del *Mesembrianthemum nodiflorum L.* la percentuale del sale marino assorbito si è rivelato quasi costante in tutti gli esemplari esaminati a partire dalla germinazione fino al tramonto della vegetazione. La costituzione chimica dell'unità fondamentale della pianta, cioè della cellula, si rivela quindi qualitativamente la stessa tanto nelle piante intrististe come in quelle rigogliose, solo che nel primo caso, per cause ignote o conosciute, le cellule della pianta non raggiungono quel grado di maturità fisiologica che porta alla loro moltiplicazione ed al conseguente accrescimento della pianta stessa. Ove quest'accrescimento si verifichi, il sale marino, od i suoi elementi, passivamente contenuti e trasportati, si diffondono nelle parti neoformate senza determinarvi quei disturbi funzionali che nelle piante intristite loro si attribuiscono.

In tutti i casi il cloro e la soda permangono nei succhi come elementi inutili alla nutrizione (ma non i soli) e vi sono tanto più abbondanti quanto più ne sono relativamente ricche le soluzioni nutritizie assorbite dal terreno. Orbene, questa grande quantità di cloro e di soda che normalmente si riscontra nelle Alofite, è stata appunto assunta come criterio per chiamare queste piante « *avide o amanti del sale marino o della soda* ». Un vero paradosso fisiologico, se si considera che l'elezione per una data sostanza è determinata e regolata dalla quantità colla quale la pianta la elabora, e che contemporaneamente alle sostanze assorbite per elezione, avviene anche l'assorbimento di materiali inutili i quali si riscontreranno nella pianta in quantità tanto più grande, quanto più quella degli elementi utili era piccola.

Non capisco come lo Schimper possa conciliare ad un tempo *la ricchezza di sale nelle Alofite come dipendente da particolare avidità*, col fatto che *le Alofite possono prosperare anche su terreni ordinari, dove spesso si trovano in buone condizioni.* Se questo grado di satu-

razione in sali di soda fosse necessario, la pianta dovrebbe sempre raggiungerlo e lo potrebbe, giacchè dovunque ne sono contenute quantità significanti da soddisfare questa pretesa avidità. Essa sarebbe ammissibile solo quando si potesse dimostrare che, somministrando ad una di queste piante una soluzione complessa di sali differenti, compreso cloruro sodico, la pianta assorbisse quest'ultimo in quantità molto grande relativamente agli altri. Ma ciò non sarà mai possibile, e le presenti analisi dimostrano che tutti gli elementi erano presenti nella pianta, in relazione alla percentuale colla quale si trovavano nel terreno aderente alle radici o nella soluzione nutritizia.

Per questa errata interpretazione del contenuto sodico, lo Schimper niega che la ricchezza dei sali nelle dette Alofite, si debba esclusivamente ai loro substrati passivi, e ricorda il fatto che esse « riuniscono, anche se coltivate in terreno comune, maggiore quantità di cloruro di sodio della maggior parte delle non Alofite ». Questo fatto è sperimentabile, ma l'interpretazione non è esatta, giacchè qui è stato largamente dimostrato che detta quantità di sale non ha alcuna relazione colla prosperità della pianta.

Subordinatamente, la presenza o la mancanza di determinate specie nel terreno littoraneo, non deve spiegarsi soltanto coll'azione *attrattiva* o *repulsiva* del sale marino quale viene ora dimostrata, sibbene col complesso di tutti quelli altri fatti di ordine fisico che risiedono nella struttura fisico-chimica del terreno e del clima, e di ordine biologico comune a tutte le stazioni botaniche, ed in cui la vita di ogni specie vegetale è in modo diverso influenzata, a seconda dell'inizio del suo ciclo vegetativo e dei fatti particolari di vegetazione che esso può presentare.

La spiegazione che ne dànno il Masclef e lo Schimper, come dovuta a *mancanza di attitudine e di capacità alla lotta*, è troppo generica e nulla spiega. Non si sa, cioè, se la morte di molte piante che vi germinano, e che non arrivano mai alla fioritura, avvenga per mancanza di una loro particolare organizzazione, oppure per il difetto di un substrato fertile nel terreno. Ciò che non è lo stesso.

Conclusioni generali. — Riassumendo i risultati delle osservazioni condotte alla superficie del terreno, in profondità e sulle piante, si ha:

1° La presenza o meno di piante germinanti nel tempo del risveglio della vegetazione, in queste saline e nel littorale circostante, è in rapporto colla presenza di residui organici alla superficie del terreno e colla sua durezza;

2° Il vero fattore di distribuzione delle specie vegetali risiede nella struttura fisico-chimica del terreno;

3° La prevalenza delle specie erbacee sulle legnose, ed il microfitismo generale di tutte le piante sono determinati dalla insufficienza di uno strato fertile di terreno, dall'inquinamento del sottosuolo e dal suo conseguente impoverimento;

4° Il sale che si raccoglie alla superficie del suolo non può costituire un criterio sufficiente di misura, per dire del suo valore biologico, poichè in profondità, ove si diffondono le radici delle piante, trovasi in quantità molto minore;

5° La percentuale del sale riscontrato in contatto delle radici delle piante e quella dei singoli sali da queste contenuti, non ha alcun rapporto collo sviluppo rigoglioso od intristito che le stesse possono presentare;

6° Rimane sempre insoluto il problema *perchè nelle plaghe salate vivano in diretto contatto del sale esclusivamente certe specie vegetali* (*Alofite*), *e nessuna delle altre crescenti altrove sul globo.* Se la soluzione di questo problema *è possibile*, essa è legata senza dubbio *in massima parte* ad uno studio accurato e profondo della struttura anatomica istologica delle alofite stesse.

Ricerche di morfologia e fisiologia eseguite nel Regio Istituto Botanico di Roma

XIII. — Meccanismo di secrezione degli enzimi

di Enrico Pantanelli

III.

Secrezione reversibile dell' invertasi.

In un lavoro precedente (1) abbiamo dichiarato che per *secrezione* intendiamo una funzione vitale e precisamente:

« L'emissione di sostanze dal protoplasto vivo, resa possibile da un cambiamento *autoregolato* delle condizioni di permeabilità della membrana plasmica, tale che l'organismo possa a piacere *revertirlo* ».

« Se una sostanza abbandona il protoplasto perchè la membrana plasmica è definitivamente più o meno offesa, non ci può essere reversione ed il processo non è una secrezione ».

Nel presente lavoro esponiamo le ricerche che abbiamo fatto per stabilire se la emissione di invertasi può essere ad un certo momento arrestata da l'organismo: in questo caso si avrebbe una vera secrezione.

Il metodo è quello già segnato in quello stesso luogo, p. 118: Aumentare o diminuire la permeabilità della membrana plasmica con l'aggiunta di sostanze permeabili od impermeabili (2). Come tali vennero adoperate in questo studio non-elettroliti ed elettroliti (sali, acidi, basi), in alcune esperienze anche colloidi.

(1) *Annali di Botanica*, vol. III, p. 113 (1905).

(2) Su l'influenza delle sostanze permeabili ed impermeabili su la permeabilità della membrana plasmica, v. Pantanelli, *Esplosione delle cellule*, Annali di Botanica, vol. II, p. 345 (1905).

Esperienze preliminari.

Lievito Chianti, n. 31.

Fu seminata un'ansa di questo lievito in due bocce, ognuna delle quali conteneva 200 cmc. della soluzione: tartrato d'ammonio 1 %, KH_2PO_4 0,5 %, $MgSO_4 + 7$ aq. 0. 5 %, saccarosio. Dopo 8 giorni, a temperatura della stanza (16°), il lievito si era completamente depositato. Allora furono tolti per decantazione, da ognuna delle culture, 35 cmc. per fare le seguenti determinazioni.

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	acqua = 100	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . .	2.2	7.8	174.2	424 $\left(\frac{1}{4}\right)$	202.5 $\left(\frac{1}{1}\right)$	221.5	372 $\left(\frac{1}{5}\right)$	169.5
B . . .	1.8	6.6	168.5	378 $\left(\frac{1}{2}\right)$	187.5 $\left(\frac{1}{1}\right)$	190.5	416 $\left(\frac{1}{5}\right)$	228.5

Per *acidità forte* s'intende la quantità, in cmc., di NaOH $^1/_{10}$ norm. necessaria a neutralizzare rispetto all'arancio di metile 10 cmc. del liquido da esaminare, liberato dal CO_2 per lieve riscaldamento ed agitazione; per *acidità totale* la quantità di NaOH $^1/_{10}$ norm. necessaria a neutralizzare 10 cmc. rispetto al tornasole.

La *viscosità* fu misurata su 5 cmc. di liquido, con viscosimetro Ostwaldi in bagno termoregolato a 25°.

Per la sottrazione dei detti 35 cmc., i liquidi culturali erano ridotti a 265 cmc. Furono aggiunti ad *A* 30 cmc. di $CaCl_2$ al 37 % + 70 cmc. di saccarosio al 10 %; a *B* 100 cmc. di saccarosio al 10 %. Per questa aggiunta, il liquido primitivo fu portato in ogni cultura a 365 cmc., per cui le sostanze, che prima si trovavano in 10 cmc., ora si trovano in 13. 77 cmc., o, viceversa, 10 cmc. dell'attuale liquido culturale, ammesso che la concentrazione dell'acidità, dello zucchero e dell'invertasi varii, entro questi limiti, *linearmente* con la diluizione, contengono:

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . .	1.6	5.6	—	307.9	160.8	146.8	—	123.1
B . . .	1.3	4.8	—	274.5	138.3	136.1	—	165.9

Si noti, che ad *A* erano stati aggiunti 7 g., a *B* 10 g. di saccarosio, ossia nel primo caso 456 mg. di CuO-hexosio per 10 cmc., nel secondo caso 664 mg. — Dopo 48 ore:

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	1.5	8.2	165.4	0	0	0	480 $\left(\frac{1}{5}\right)$	480
B . . .	1.2	4.5	149.1	285 $\left(\frac{1}{5}\right)$	65	220 $\left(\frac{1}{2}\right)$	416 $\left(\frac{1}{5}\right)$	196

Vediamo da questi numeri, che l'aggiunta di cloruro di calcio e saccarosio ha prodotto un forte aumento nell'attività invertasica estracellulare, mentre l'aggiunta del solo saccarosio ha fatto aumentare di ben poco l'invertasi esterna.

Nel primo caso si ebbe forse una leggera plasmolisi. Infatti il liquido subì un aumento di pressione osmotica di 4. 0379 *is.*, e precisamente 3. 664 *is.* $CaCl_2$ (= 3. 041 %) e 0. 3739 *is.* di saccarosio (= 1. 918 %) ciò che bastò forse per produrre una leggera contrazione, se non addirittura una plasmolisi (1), mentre in *B* l'aumento di concentrazione fu soltanto di 0. 533 *is.* di saccarosio (= 2. 739 %). Ora è noto, che la plasmolisi fa uscire invertasi da le cellule (2).

Inoltre il cloruro di calcio esalta l'azione dell'invertina anche in vitro, come vedremo più avanti (3).

Ma in questa esperienza mi convinsi, che il lievito male si adatta ad esperienze di questo genere, perchè, se riprende a fermentare, si depone a fatica e non è possibile allora avere il liquido soprastante affatto privo di cellule.

Allora mi sono rivolto a le Mucoracee, che mi hanno prestato così eccellenti servigi negli studi precedenti.

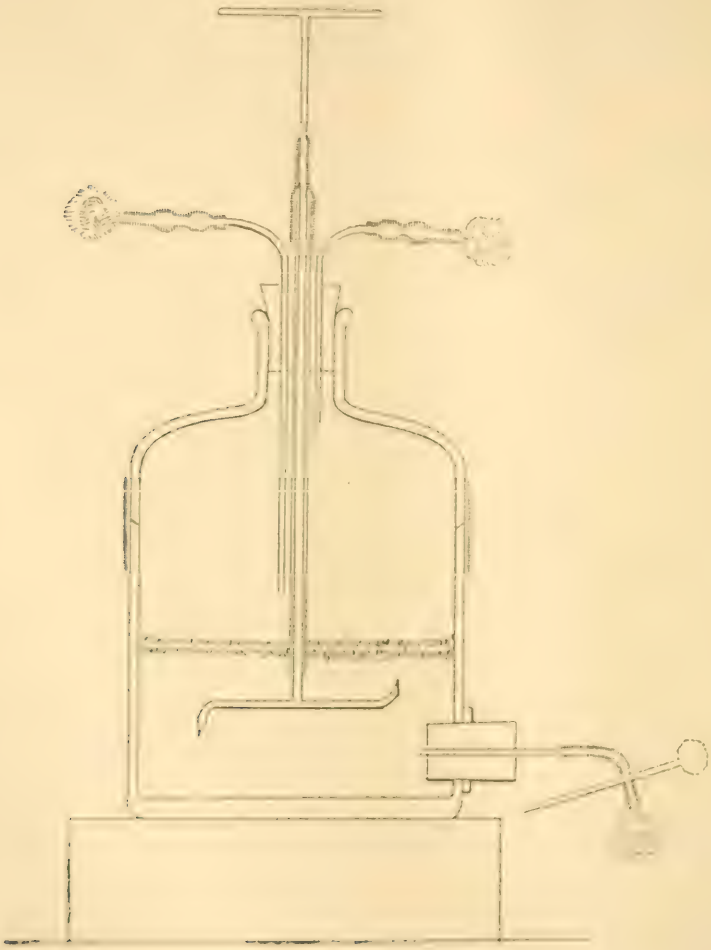
Per poter togliere a le culture di Mucorine ed altri organismi sviluppantisi a la superficie del liquido culturale i saggi per le analisi senza disturbare il fungo, ho fatto esclusivamente uso in questo lavoro del vaso di cultura schiz-

(1) Dopo 8 giorni di fermentazione, il lievito non può avere più di 6-8 *is.* di pressione cellulare. Cfr. PANTANELLI, *Ricerche sul turgore del lievito*, Ann. di Botan., vol. IV, p. 7 (1906).

(2) GAYON. — *Comptes-rendus*, vol. CII, p. 978 (1877).
LINTNER. — *Centralbl. f. Bakteriol.*, (II), vol. V., p. 793 (1899);
ISSAJEW. — *Zeitschr. f. ges. Brauwesen*, vol. XXIII, p. 796 (1900);
CANNON. — *Centralbl. f. Bakteriol.*, (II), vol. XII, p. 472 (1904).

(3) I sali di calcio esaltano anche l'amilasi: CZAPEK, *Biochemie der Pflanzen*, Vol. I, p. 344 (1904).

sato nella fig. 1ª. Si tratta di una boccia di Mariotte da un litro, con una tubulatura laterale, la quale è stata segata con un po' di cura poco sotto la cupola, in modo che si possa facilmente e rapidamente ricomporre; a tal uopo è opportuno tracciare col diamante alcuni segni di rèpere. Le due superficie di frattura ricombaciano allora esattamente e si assicura la chiusura con un anello di caucciù alto un cm. e robusto.



L'apertura inferiore si chiude con un tappo attraversato da un tubo di vetro, il quale esternamente termina con un tubo di caucciù chiuso da una morsetta o da un batuffolo d'ovatta. L'apertura superiore porta un tappo a due o tre buchi, di cui l'uno è attraversato da un tubo di vetro abbastanza largo, entro cui scorre la bacchetta di un agitatore di vetro, fissato al tubo stesso da un tubo di gomma molto estensibile che li abbraccia tutti e due.

L'agitatore porta inferiormente 2 o più braccia o palette, le quali stanno immerse nel liquido culturale. Così si può mescolare bene il liquido senza toccare il fungo che vi vegeta sopra; il liquido deve naturalmente superare di 1-2 cm. l'apertura inferiore del tubo che fa da calza all'agitatore. Si osserva, mentre si agita, il liquido per trasparenza, e, quando questo non fa più *scie*, si toglie per l'apertura inferiore il volume necessario per i saggi.

Gli altri due tubi che attraversano il tappo superiore, servono per far circolare aria od altri gas per il vaso di cultura e per eseguire la semina. A quest'ultimo scopo si ripartisce un'ansa piena di spore in 1-2 cm. di acqua sterile e s'introduce questa sospensione, con l'aiuto di una pipetta ricurva, sterile, per uno dei due tubi superiori (1).

Tali vasi di cultura così preparati non si possono sterilizzare a caldo, perchè si spaccano quasi tutti in corrispondenza della tubulatura inferiore: inconveniente a cui si pone facilmente riparo con la sterilizzazione a freddo in liquidi antisettici. Ho provato il solfato di rame al 5 %, la formalina all'1 %, ma meglio di tutti serve l'*alcool denaturato* del commercio. Si empie di spirito denaturato un profondo catino e vi si tengono immersi per un'ora i pezzi separati del vaso di cultura, poi, senza toglierli da l'alcool, si ricompongono a formare il vaso, indi, senza preoccuparsi di asciugarlo, si estrae da l'alcool e si porta in vicinanza di un grande pallone (circa 2 litri) di acqua sterile. Si chiude uno dei tubetti superiori con ovatta sterile, si pone in comunicazione con la pompa e si fa affluire per l'altro tubo superiore posto in comunicazione col pallone, mezzo litro di acqua sterile, aspirando con la pompa. Si chiude poi la morsetta che intercede fra la boccia e il pallone, si stacca la comunicazione con la pompa, si sciaguatta bene per lavar via lo spirito e si apre la morsetta inferiore. L'operazione di lavaggio si ripete tre o quattro volte, fino a che l'acqua di lavaggio non sa più di alcool denaturato, poi si fa affluire nel medesimo modo la soluzione nutritizia sterile.

La quantità più adatta di soluzione per una boccia da un litro e per le culture di *Mucor* è di 300 cmc.

Con questo sistema non ho mai avuto un'infezione nelle mie grosse culture.

La sterilizzazione con l'alcool ha anche il vantaggio che per l'evaporazione dello spirito l'anello di caucciù che chiude la frattura superiore viene ad aderire così bene al vetro, che resiste ad una sovra pressione interna di più di mezza atmosfera, e non lascia passare l'aria esterna neppure se la pressione interna scende a 15 mm Hg ($^1/_5$ di atmosfera). Così è possibile far circolare nell'apparecchio azoto, idrogeno o acido carbonico senza lutare l'anello di gomma in modo speciale.

Tutte le esperienze seguenti vennero fatte in vasi di questa sorta, della capacità di un litro. Essi occupano troppo posto nei termostati, e quindi ho dovuto tenere le culture a la temperatura della stanza (tutte ad egual luce), ciò che determina uno sviluppo più lento e un ritardo nella formazione delle spore, due vantaggi assai grandi per il mio scopo.

(1) Pantanelli. — *Jahrbücher f. wiss. Botan*, XL, p. 307 (1904).

A la fine dell'esperienza si toglie l'anello di gomma e si fa scorrere giù l'agitatore sollevando la cupola della boccia. Si può allora togliere comodamente la coperta fungina e trasportarla su altri liquidi senza offenderla menomamente.

Non ho bisogno di ripetere al lettore il perchè di tutte queste precauzioni avendo in parecchi lavori precedenti (1) parlato della delicatezza delle ife fungine (quelle di *Mucor* sono anche più sensibili delle ife dei micelii pluricellulari, perchè costituiscono tutte insieme una cellula sola), le quali esplodono o muoiono facilmente per gli urti, lasciando uscire i loro materiali, cioè una quantità relativamente assai forte di enzimi intracellulari.

Mucor stolonifer.

Con questa graziosa Mucorinea ho eseguito solamente 2 esperienze. Essa infatti non si sviluppa in substrati liquidi così vivacemente ed uniformemente come il *Mucor Mucedo*, al quale in seguito ho dato la preferenza, anche perchè secerne un po' più invertina.

I. Spore di *M. stolonifer* furono seminate nel modo descritto in 300 cmc. della consueta soluzione nutritizia (v. pag. 353) + 25 cmc. di mosto d'uva. Composizione:

Acidità totale	Zucchero		
cmc. $^1/_{10}$ norm.	totale	riduttore	saccarosio
5. 4	2430 $\left(\frac{1}{20}\right)$	85 $\left(\frac{1}{5}\right)$	2345

Dopo 7 giorni il fungo era bene sviluppato a la superficie. Il micelio era affatto privo di spore. Dopo aver agitato con cura il liquido, ne tolsi 10 cmc. per la seguente analisi:

	Zucchero			Invertasi	
Acidità	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
4. 2	2066 $\left(\frac{1}{10}\right)$	100 $\left(\frac{2}{5}\right)$	1966	168 $\left(\frac{1}{2}\right)$	68

Il liquido culturale era stato ridotto a 315 cmc. Aggiunsi 100 cmc. della medesima soluzione nutritizia (senza mosto) e 5 cmc. di *glicerina* al 95 %. Per questa aggiunta il volume del liquido aumentò da 315 a 420 cmc. quindi le sostanze prima contenute in 10 cmc. ora si trovavano diluite in 13.33 cmc.

(1) *Novo Giorn. Botan.*, (2), XI, p. 341 (1904); *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XL, pp. 308, 329, 338 (1904); *Annali di Botanica*, Vol. II. p. 195 (1905); *Ibidem*, p. 327 (1905).

o, viceversa, 10 cmc. del liquido contenevano ora, per il fatto della diluizione:

	Zucchero			
Acidità	totale	essosio	saccarosio	Invertasi netta
3.15	1550	75	1475	51

Dopo 18 ore, tolsi 20 cmc. che servirono per i seguenti saggi:

	Zucchero			Invertasi	
Acidità	totale	essosio	saccarosio	lorda	netta
4.0	2225 $\left(\frac{1}{10}\right)$	180 $\left(\frac{1}{2}\right)$	2045	360 $\left(\frac{1}{4}\right)$	180

L'aggiunta della glicerina ha fatto aumentare l'invertasi esterna da 51 a 180.

La cultura fu poi lasciata tranquilla per 24 giorni. In questo tempo il fungo aveva formato una coperta unita e spessa con una discreta quantità di sporangii. Tolsi 20 cmc.:

	Zucchero			Invertasi	
Acidità	totale	essosio	saccarosio	lorda	netta
6.4	1562 $\left(\frac{1}{10}\right)$	305 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1257	338 $\left(\frac{1}{2}\right)$	33

Il liquido occupava dunque 380 cmc. Aggiunsi per la tubulatura inferiore 70 cmc. acqua + 30 cmc. *alcool assoluto*. Così il liquido aumentò da 380 a 480 cmc. Il *fattore di diluizione*, per cui dobbiamo moltiplicare i precedenti valori per stabilire quanta acidità, zucchero ed invertasi venisse a trovarsi in 10 cmc. dopo la diluizione, è 0. 7918.

	Zucchero			
Acidità	totale	essosio	saccarosio	Invertasi netta
5.1	1237	241.5	995.5	26

Dopo 18 ore, tolsi 20 cmc. per saggi:

	Zucchero			Invertasi	
Acidità	totale	essosio	saccarosio	lorda	netta
6.2	1237.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	325 $\left(\frac{1}{5}\right)$	912.5	415 $\left(\frac{1}{5}\right)$	90

L'aggiunta dell'alcool etilico ha fatto aumentare l'invertasi esterna da 26 a 90.

Subito dopo, aggiunsi 100 cmc. di soluzione 10 *is.* (5. 8 %) di *cloruro sodico*. Il liquido, che prima occupava 460 cmc., fu così portato a 560 cmc.: fattore di diluizione: 0. 8215.

Acidità	Zucchero totale	Zucchero essosio	Zucchero saccarosio	Invertasi netta
5. 1	1016	267	749	74

Dopo 18 ore esaminai il liquido.

Acidità	Zucchero totale	Zucchero essosio	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
6. 0	875 $\left(\frac{1}{10}\right)$	375 $\left(\frac{1}{5}\right)$	500	385. 7 $\left(\frac{1}{2}\right)$	10. 7

L'arrivo di cloruro sodico ha fatto diminuire l'invertasi esterna da 74 a 10. 7, sebbene il liquido contenesse ancora alcool e forse anche un po' di glicerina, dell'esperienza precedente.

Se consideriamo che l'alcool e la glicerina sono due sostanze facilmente permeanti (1), mentre il cloruro sodico è quasi affatto impermeante, possiamo trarre la conclusione che in questa esperienza l'invertasi nel liquido culturale è aumentata a l'afflusso di sostanze permeabili, e di nuovo diminuita per l'afflusso di una sostanza impermeabile. Pare quindi provato, che il *Mucor stolonifer* possa arrestare l'emissione dell'enzima, cioè si tratti di una vera secrezione vitale.

II. Fu seminato il fungo in 300 cmc. di soluzione saccarosata + 25 cmc. di mosto, come nell'esperienza precedente. Dopo 9 giorni tolsi 20 cmc.

Acidità	Zucchero totale	Zucchero essosio	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
6. 8	2050 $\left(\frac{1}{10}\right)$	440 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1610	570 $\left(\frac{1}{10}\right)$	130

Lasciai affluire di sotto 100 cmc. di *saccarosio* al 10 % + 10 cmc. di *glicerina* al 95 %. *Il liquido* aumentò dunque da 305 a 415 cmc. Fattore di diluizione: 0. 7350.

Acidità	Zucchero totale	Zucchero essosio	Zucchero saccarosio	Invertasi netta
5. 0	1507	323. 4	1183. 6	95. 5

(1) *Novo Giorn. Botan.*, l. c., p. 353; *Jahrb. f. wiss. Bot.* l. c. p. 341.

Dopo 18 ore, tolsi 30 cmc. per i seguenti saggi:

Acidità	Zucchero totale	Zucchero essosio	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
4.6	1500 $\left(\frac{1}{10}\right)$	112.5 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1387.5	282.5 $\left(\frac{1}{5}\right)$	170

L'afflusso della glicerina insieme al saccarosio ha fatto aumentare la secrezione dell'enzima. Subito fu aggiunto 80 cmc. di acqua con 10 g. di *saccarosio* e 20 cmc. di *cloruro di calcio* al 37.%. Il liquido aumentò da 385 a 485 cmc. Fattore di diluizione: 0. 7939.

	Acidità	Zucchero totale	Zucchero essosio	Zucchero saccarosio	Invertasi lorda	Invertasi netta
	3.7	1191	89.3	1102.7	—	135
Dopo 18h	4.4	1400 $\left(\frac{1}{10}\right)$	182.5 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1217.5	480 $\left(\frac{1}{5}\right)$	297.5

Nonostante l'afflusso del saccarosio e del cloruro di calcio, due sostanze impermeabili, la invertasi esterna è ancora notevolmente aumentata, come già accadde nel *Sacchar. ellipsoideus* (pag. 5); è dubbio se l'aumento fosse dovuto al saccarosio o al cloruro di calcio.

Di passaggio, faccio notare che dopo ogni variazione il fungo si sforza di riportare l'acidità al valore primitivo e divora una gran quantità di zucchero. Così in questa esperienza lo zucchero totale dopo la prima aggiunta doveva essere aumentato da 1500 a 2100 circa, e il giorno dopo ne troviamo solo 1507; nella seconda variazione avrebbe dovuto crescere da 1191 a 1600 circa, e ne troviamo solo 1400. Ciò sta in relazione con l'aumento di respirazione, che per lo più i funghi accusano ad ogni variazione del substrato, specialmente se si fornisce nuovo zucchero (1).

Mucor mucedo.

Con questa mucorinea furono eseguite tutte le esperienze seguenti. Esse costituiscono sei serie, ognuna delle quali comprende un certo numero di esperienze, eseguite parallelamente in condizioni identiche, quindi fra loro paragonabili.

(1) Purjewic. — *Ber. d. botan. Ges.*, XVI, pp. 290-293 (1898): *Botan. Centralblatt*, LXXXVII, p. 141 (1901 (1899); *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XXXIV. p. 275 (1900). — Fljoroff. — *Botan. Centralblatt*, LXXXVII, p. 273 (1901). — Kosinski. — *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XXXV, p. 137 (1901). — Kostytchew. — *Centralbl. f. Bakteriol.* (II), XIII, p. 490 (1904).

1ª Serie. — **Afflusso di sostanze permeabili, poi di sostanze impermeabili.**

Fu seminato il fungo in 3 dei nostri vasi da cultura, ognuno dei quali conteneva 300 cmc. della solita soluzione nutritizia con mosto. Dopo 9 giorni tolsi 20 cmc. per i saggi:

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . .	0	5.8	140.6	2025 $\left(\frac{1}{10}\right)$	540 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1485	244 $\left(\frac{1}{3}\right)$	— 296
B . . .	0.5	7.2	158.7	1875 $\left(\frac{1}{10}\right)$	345 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1530	436 $\left(\frac{1}{2}\right)$	91
C . . .	0	7.2	158.8	1937.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	730 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1207.5	264 $\left(\frac{1}{2}\right)$	— 466

Adunque, due di questi liquidi culturali, mescolati con l'egual volume di saccarosio, invece di invertire a 56° *revertirono*, una cosa che oramai non fa più meraviglia, da che sappiamo che la reversione per opera dell'invertasi di *Mucor* si ha facilmente a qualsivoglia temperatura, quando il liquido non è acido e contiene una certa quantità di zucchero invertito (1), condizioni che vigevano appunto in *A* e in *C*. Anzi vediamo che in *C*, dove c'era più zucchero invertito, la reversione fu maggiore che in *A*.

Ad ogni modo la reversione vivace che si compiè in *A* e *C* prova che l'enzima anche in queste due culture era uscito dal nicelio.

Aggiunsi ad *A* 25 cmc. di acqua.
» » *B* 15 » » + 10 cmc. di glicerina al 95 %.
» » *C* 15 » » + 10 » di alcool assoluto.

Il volume dei liquidi culturali crebbe così da 280 a 305 cmc. Noi dobbiamo allora moltiplicare per il fattore di diluizione 0.9181, ed abbiamo i seguenti valori subito dopo l'aggiunta:

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . .	0	5.3	—	1860	495.8	1364.2	—	— 271.7
B . . .	0.46	6.6	—	1722	316.7	1405.3	—	83.5
C . . .	0	6.6	—	1778	670.2	1107.8	—	— 427.9

(1) Pantanelli. — *Proinvertasi e reversibilità dell'invertasi.* Rendiconti Accademia Lincei (5), vol. XV, I sem., p. 587 (1906).

Dopo 24 ore tolsi 25 cmc. per i seguenti saggi:

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . .	0	5.8	138.0	1875 $\left(\frac{1}{10}\right)$	300 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1575	270 $\left(\frac{1}{2}\right)$	— 30
B . . .	0	6.7	157.8	1500 $\left(\frac{1}{10}\right)$	360 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1140	1080 $\left(\frac{1}{2}\right)$	720
C . . .	0	6.8	152.2	1662.5 $\left(\frac{1}{10}\right)$	205 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1457.5	600 $\left(\frac{1}{2}\right)$	395

In tutte e tre le colture era accaduto in 24 ore un aumento fortissimo dell'invertasi. In *A* la diluizione con acqua aveva fatto diminuire il potere *reversivo* da — 271. 7 a — 30; in *B* l'afflusso di glicerina, d'accordo con le esperienze precedenti, ha fatto aumentare l'attività inversiva esterna da 83. 5 a 720 (quasi 9 volte!); in *C* l'attività dell'enzima da *reversiva* è diventata *inversiva* per l'afflusso dell'alcool, ed il salto è molto forte, da — 427. 9 a + 395. Ciò non ostante in *A* e *C* accadde in quelle 24 ore una reversione non disprezzabile, perchè lo zucchero non riduttore, idrolizzabile, cioè il polisaccaride (saccarosio?) aumentò a spese dello zucchero riduttore (essosio), da 1364. 2 a 1575 in *A*, e da 1107. 8 a 1457. 5 in *B*. Si noti, per comprendere questo fatto, che in tutte e tre le culture mancavano acidi forti.

Subito dopo, fu aggiunto ad *A* 25 cmc. acqua.
B 25 » » con 15 g. di glucosio.
C 25 » » con 15 » saccarosio.

Il liquido culturale risalì così da 280 a 305 cmc. Il fattore di diluizione è, come nella variazione precedente: 0. 9181. Quindi:

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . .	0	5.3	—	1726	275.4	1450.6	—	— 27.5
B . . .	0	6.1	—	1377	330.6	1046.4	—	661
C . .	0	6.2	—	1526	188.2	1337.8	—	362.6

Dopo 24 ore, esaminai i liquidi culturali:

	Acidità		Viscosità	Zucchero			Invertasi	
	forte	totale		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . .	0	5.9	135.6	1450 $\left(\frac{1}{10}\right)$	240 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1210	345 $\left(\frac{1}{5}\right)$	105
B . . .	0	6.6	165.2	2525 $\left(\frac{1}{20}\right)$	1150 $\left(\frac{1}{10}\right)$	575	1120 $\left(\frac{1}{10}\right)$	— 30
C . . .	0	5.8	161.0	2275 $\left(\frac{1}{20}\right)$	375 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1900	265 $\left(\frac{1}{5}\right)$	— 110

Mentre la leggera diluizione con acqua pura ha portato un ulteriore, notevole aumento dell'invertasi esterna, l'afflusso del glucosio e del saccarosio ha fatto divenire reversivo l'enzima. Ma, al solito, notiamo la discordanza fra il valore d'invertasi o revertasi determinato a 56° e i processi inversivi che si svolsero nelle culture, a 18°, in quelle 24 ore. In *B*, in cui la prova d'inversione a 56° accusa un'attività *reversiva*, che si spiega benissimo per la grande quantità di hexosio presente, si ebbe invece nella cultura, a 18°, un'inversione energica: il disaccaride scese da 1046.4 a 575 in 24 ore. Ma anche ciò non fa meraviglia, quando avremo letto nel lavoro su la revertasi, che l'invertina col riscaldamento in presenza del glucosio si trasforma rapidamente in revertasi.

Bastano questi fatti per dare un'idea della complicazione del fenomeno, e per far temere che gli Autori, i quali, compreso me, hanno determinato fino ad oggi l'invertina col metodo di O'Sullivan e Fernbach o polarimetricamente, ci abbiano dato in molti casi delle cifre che non corrispondono affatto all'attività reale dell'enzima!

Il micelio era in *C* un po' più sviluppato:

	Peso fresco	Peso secco
A	1.2860 g.	0.4072 g.
B	1.7026 »	0.4522 »
C	2.1647 »	0.6225 »

e ciò spiega *in parte* perchè le variazioni di enzima e di zucchero fossero in *C* più ampie che nelle altre due culture.

È poi lecito domandarsi, se le variazioni dell'enzima, oltre che ad una maggiore o minore secrezione di enzima, siano dovute ad un'influenza eccitante o deprimente che le sostanze aggiunte eser-

citano *sull'enzima in vitro*. In un lavoro precedente (1) abbiamo veduto, p. es., che i colloidi deprimono più o meno l'attività dell'invertasi, tranne la silice, che la esalta.

Nelle seguenti esperienze ho tenuto conto di questo fatto, determinando subito, dopo l'aggiunta di una sostanza, l'effetto che essa aveva su l'enzima esistente nel liquido culturale in quel momento, quando cioè il fungo vivente non poteva ancora avere prodotto alcuna variazione nella quantità di enzima estracellulare.

Inoltre noi sappiamo oramai, che il *Mucor mucedo* e lo *stolonifer* lasciano uscire dai loro micelii anche lo *zimogeno* dell'invertasi o *proinvertasi*, che fino ad ora era ignoto (2), il quale poi nel liquido culturale si trasforma lentamente in enzima attivo. Quindi un aumento dell'invertasi esterna può esser dovuto:

a) ad aumento di secrezione dell'enzima attivo;

b) ad aumento di secrezione dello zimogeno;

c) ad accelerazione della trasformazione di zimogeno in enzima attivo;

d) ad aumento dell'attività dell'enzima già esistente.

Quest'ultimo fatto può essere dovuto:

α) ad esaltazione del potere inversivo dell'enzima;

β) al cambiamento dell'attività reversiva in inversiva, senza variazione della quantità ed attività dell'enzima.

Bisogna tener conto *almeno* di questi fatti, se si vuole studiare la fisiologia di secrezione degli enzimi. Ciò basta per dimostrare l'enorme difficoltà degli studii su la secrezione degli enzimi e spiega perchè così poco si sa intorno a questo fenomeno d'importanza capitale per la vita. Gli Autori si contentano, anche i più moderni, di *accertare la presenza* di un enzima; ben poco di più essi fanno, anche quando s'illudono di compiere determinazioni quantitative.

(1) *Meccanismo di secrezione degli enzimi*. II. *Influenza dei colloidi su la secrezione e l'azione dell'invertasi*, Annali di Botanica, V, p. 227 (1906); *Rendiconti Accademia Lincei*, 1906, 1° sem., p. 383.

(2) *Rendic. Accademia Lincei*, 1906, 1° sem., p. 587. — Molto probabilmente nell'interno dei *Mucor* non c'è che proenzima, e così si spiega perchè Gayon, *Ann. Chimie et phys.*, (5), XIV, p. 258 (1878); *Comptes rendus* LXXXVI, p. 52 (1878); Butkewitsch, *Jahrb. f. wiss. Bot.* XXXVIII, p. 220 (1902) non ve l'hanno trovato. Per la maltasi di *Monilia sitophila*: Went, *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XXXVI, p. 627 (1901). Per l'ossidasi di piante superiori; Raciborski, *Bull. Acad. Cracovie*, 1905, pp. 668-693. Per l'invertasi di lievito: O' Sullivan e Tompson, *Journ. Chem. Society*, LVII, p. 875 (1890); Röhmann, *Ber. Chem. Gesellschaft*, XXVII, p. 3251 (1894).

Nè io mi arrogo di aver fatto molto di più, col tener conto di tanti fattori che gli altri Autori hanno finora trascurato o ignorato, anzi io stesso sono convinto che le mie ricerche, per quanto complicate e circostanziate possano apparire, non rappresentano che il principio di ciò che deve fare oramai il fisiologo moderno: studiare gli effetti della *combinazione di più fattori* su le funzioni vitali.

II. SERIE. — **Afflusso di non elettroliti permeabili, poi di non elettroliti impermeabili, infine di colloidi.**

Il fungo fu seminato in 5 dei miei vasi di cultura da 1 litro, ognuno dei quali era provvisto di 300 cmc. della solita soluzione saccarosata con mosto. Dopo 8 giorni (25 marzo-2 aprile) di vegetazione a 18°-20°, tolsi di sotto 35 cmc. per saggi:

TABELLA α.

	Acidità totale (*)	Zucchero			Invertasi	
	cmc. $^1/_{10}$ norm.	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	4.6	1666.6 $\left(\frac{1}{10}\right)$	112.5 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1554.1	103.4 $\left(\frac{1}{2}\right)$	— 9.1
B	4.8	1666.6 »	50 »	1616.6	57.1 »	7.1
C	4.3	1568 »	48 »	1520	63 »	15
D	5.1	1664 »	44 »	1620	70 »	26
E	5.3	1600 »	38 $\left(\frac{1}{1}\right)$	1562	64 »	26

(*) Per acidità totale s'intende la quantità di NaOH $^1/_{10}$ norm. necessaria a neutralizzare rispetto al tornasole 10 cmc. di liquido culturale.

Furono allora aggiunti ad

A 45 cmc. acqua.
B » » con 5 *g.* = 1.632 % = 3 *is.* alcool etilico
C » » con 12.5 » = 4.17 » = » glicerina
D » » con 7. » = 2.265 » = » urea
E » » con 0.75 » = 0.25 » caffeina.

Sono quattro sostanze notoriamente *permeabili* (1), non elettrolite. Le prime furono fornite in egual concentrazione osmotica; per la caffeina dovetti adottare assai minore concentrazione per il suo potere venefico.

(1) Per l'alcool etilico e la glicerina v. PANTANELLI, *Novo Giorn. Botan.*, l. c. p. 353; *Jahrb. f. wiss. Bot.*, XL, p. 341 (1904). Per l'urea DE VRIES, *Bot. Zeitung*, 1889, p. 309; OVERTON, *Vierteljahrschrift d. naturforsch. Gesellschaft in Zürich*, XLIV, p. 88 (1895). Per la caffeina: PFEFFER, *Unters. a. d. botan. Inst. in Tübingen*, Bd. II, p. 179 (1886), nonchè OVERTON, *l. c.*; *Zeitschr. f. physik. Chemie*, XXII, p. 89 (1897).

I liquidi culturali aumentarono così da 265 a 310 cmc. Fattore di diluizione: 0.8547. Moltiplicando per questo numero i suesposti valori abbiamo:

TABELLA β.

	Acidità totale	Zucchero			Invertasi netta
		totale	essosio	saccarosio	
A	3.9	1424	96	1328	— 7.8
B	4.1	1424	42.7	1381.3	+ 6
C	3.7	1279	41	1238	+ 12.8
D	4.3	1422	37.6	1384.4	+ 22.2
E	4.5	1368	32.5	1335.5	+ 22.2

Subito dopo le dette aggiunte, tolsi, dopo accurata agitazione, ad ogni cultura 10 cmc. I liquidi culturali tornarono così al volume primitivo di 300 cmc.

I 10 cmc. tolti furono subito mescolati con 10 cmc. di saccarosio al 40 % e un po' di cloroformio, poi lasciati stare accanto alle culture, alla temperatura della stanza (18-20°).

Dopo due giorni determinai in 10 cmc. di questi liquidi lo zucchero riduttore e posi gli altri 10 cmc. ad invertire a 56° per un' ora. I valori sono riportati, come in tutte le tabelle, a 10 cmc. di liquido originale; i valori iniziali sono della tabella β.

TABELLA γ.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta	
	iniziale	dopo 2 giorni	iniziale	dopo 2 giorni
A	96	216 $\left(\frac{1}{4}\right)$	— 7.8	+ 50.4
B	42.7	192 »	+ 6	+ 452
C	41	116 »	+ 12.8	+ 178.8
D	37.6	176 »	+ 22.2	— 8
E	32.5	80 »	+ 22.2	+ 94

Stando a contatto con tanto saccarosio, l'invertasi è aumentata in queste prove tranne che in *D* (urea), in cui l'enzima è diventato reversivo ad alta temperatura ed è diminuito. Ciò non ostante anche in *D* ebbe luogo a 18-20°

una notevole inversione, come nelle altre prove. Il liquido in cui si formò più enzima da lo zimogeno fu *B* (alcool), viene poi *C* (glicerina), *D* (caffeina), *A* (acqua).

Da questi numeri non si può capire se aumentò solamente l'*attività* dell'enzima per la presenza delle sostanze aggiunte o se fu diversa la quantità di zimogeno che si trasformò in enzima attivo; pare però certo che, ad eccezione di *D*, vi fosse trasformazione di proinvertasi in invertasi.

I liquidi culturali furono egualmente esaminati dopo 2 giorni (4 aprile) ed a tal uopo tolsi ad ogni cultura 35 cmc.

TABELLA 2.

	Acidità totale	Zucchero totale	Zucchero essosio	Zucchero saccarosio	Invertasi netta
A	4.6	1393 $\left(\frac{1}{10}\right)$	148 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1245	57
B	4.4	1386 »	50 »	1336	28
C	5.0	1284 »	60 »	1224	20
D	4.8	1382 »	40 »	1342	6
E	4.6	1368 »	22.5 »	1345.5	27.5

Confrontando questi dati con quelli della tabella 2 vediamo che in due giorni l'acidità è aumentata, lo zucchero totale è stato poco consumato, in *C* anzi (dove avevamo aggiunto la glicerina) nulla affatto. L'invertasi esterna è aumentata in tutte le culture, tranne in *D* ed *E* (urea e caffeina) in cui è diminuita, in *D* fortemente diminuita. La diminuzione in *D* può essere indipendente dalla attività secretoria del fungo, perchè anche in vitro (tabella 7) l'invertasi è diminuita in *D* in questi 2 giorni. Non così in *E*, in cui l'invertasi in vitro è aumentata quasi di 5 volte, mentre nella cultura è diminuita. In questo caso si può ammettere una diminuzione nella secrezione da parte del fungo. In *A*, *B* e *C* l'aumento può essere dovuto tanto a nuova secrezione, quanto a la trasformazione di proinvertasi già uscita in invertasi, come è accaduto anche in vitro. Anzi nella cultura l'enzima è aumentato assai meno che in vitro.

Ma in vitro l'invertasi si trovava in presenza di molto saccarosio, e ciò può avere favorito il passaggio dello zimogeno in enzima attivo (1). Bisogna quindi, per porsi in condizioni eguali a quelle

(1) *Rendiconti Accademia Lincei*, (5), Vol XV I. Sem., p. 589 (1906).

delle culture, studiare la trasformazione della proinvertasi in invertasi nel liquido culturale senza aggiunta di saccarosio, ciò che ho fatto in seguito.

Subito dopo il su detto esame dei liquidi culturali, aggiunsi ad

A 50 cmc. acqua.							
B »	»	»	con 15.4	g = 5.13 % =	1 *is*	saccarosio.
C »	»	»	» 8.1	» = 2.70 % =	»	glucosio.
D »	»	»	» 9.7	» = 3.22 % =	»	mannite.
E 100 »	»	»	8.03 »	= 2.20 % =	»	asparagina.

Sono quattro non-elettroliti impermeabili (1). Per l'asparagina dovetti aggiungere 100 cmc., perchè non si scioglieva nella indicata concentrazione in una quantità minore di acqua.

I liquidi *A-D* aumentarono così da 265 a 315 cmc; fattore di diluizione: 0.8412; il liquido *E* aumentò da 265 a 365; fattore di diluizione: 0.7278.

Moltiplicando i numeri della tabella δ per i rispettivi fattori, si ha:

TABELLA ε.

	Acidità	Zucchero			Invertasi netta
		totale	essosio	saccarosio	
A	3.8	1171	124.6	1046.4	47.9
B	3.7	1165	42	1123	23.6
C	4.2	1079	50.1	1028.9	16.8
D	4.1	1162	33.7	1129.3	5.05
E	3.3	993	16.3	979.7	19.9

Subito dopo l'aggiunta, furono tolti ad ogni cultura 15 cmc. Di questi, 5 cmc. furono mescolati con 5 cmc. di saccarosio al 40 % e un po' di cloroformio; gli altri 10 cmc. furono provvisti di cloroformio. Tutti questi saggi furono lasciati riposare accanto alle culture, alla temperatura della stanza.

Dopo 2 giorni (6 aprile), procedetti alla determinazione di zucchero ed invertasi.

(1) Per il saccarosio ed il glucosio v. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, l. c. p. 341; *Novo Giorn. Bot.*, l. c., p. 353; per la mannite e l'asparagina, OVERTON, l. c., 1895, pp. 172, 182.

Nei saggi, a cui non era stato aggiunto l'egual volume di saccarosio al 40 %, trovai:

TABELLA 5.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta	
	iniziale	dopo 2 giorni	iniziale	dopo 2 giorni
A	124.6	220	47.9	38
B	42	120	23.6	150
C	50.1	688	16.8	68
D	33.7	90	5.05	18
E	16.3	62	19.9	94

Si noti che a *C* era stato aggiunto glucosio in ragione del 2.7 %, ciò che porta un aumento di 626 mg CuO per 10 cmc. Quindi lo *essosio iniziale* in *C* era 50.1 + 626 = 676.1 mg CuO. Ciò non ostante anche qui esso salì un poco in 2 giorni, da 676.1 a 688.

I dati su l'inversione lenta alla temperatura della stanza (18-20°) vanno d'accordo con quelli su l'inversione rapida a 56°, e siccome in questa prova a 56° l'invertasi si trovava ad invertire in presenza di quantità di zucchero invertito ben più rilevanti che 2 giorni prima, così è evidente che in tutti i liquidi *B-E* vi fu in quei due giorni aumento reale di enzima attivo a spese dello zimogeno.

Fa eccezione il liquido di *A*, in cui accadde una discreta inversione lenta alla temperatura della stanza, ma la quantità d'enzima diminuì in quei 2 giorni, come mostra la prova a 56°.

Vediamo ora come variò l'enzima nei liquidi addizionati di saccarosio al 40 %.

Dopo 2 giorni, essi accusavano i seguenti tenori di zucchero ed invertina:

TABELLA 7.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta	
	iniziale	dopo 2 giorni	iniziale	dopo 2 giorni
A	124.6	160	47.9	80
B	42	68	23.6	104
C	676.1	422	16.8	— 34
D	33.7	132	5.05	16
E	16.3	100	19.9	84

A 18-20° vi fu in 48 ore una inversione debole in *A* e *B*, assai più forte in *D* ed *E* (mannite ed asparagina). A 56° la prova d'inversione rapida dette per *A* (acqua), *B* (saccarosio) e *D* un aumento d'invertasi, per *E* (asparagina) una diminuzione. L'enzima di *C* (glucosio) revertì, senza che si possa capire se è aumentato o diminuito: certo, come *invertasi,* è fortemente diminuito.

Dunque le tabelle ζ ed η mostrano un certo accordo per l'inversione lenta a bassa temperatura (escluso *C*), mentre pare discordino i dati riferentisi alla temperatura elevata. Un esame attento spiega il perchè di questo disaccordo.

È noto, che il saccarosio favorisce la trasformazione della proinvertasi in invertasi (1); ecco perchè *A* accusò aumento di invertasi in presenza di molto saccarosio, mentre aveva accusato diminuzione nel semplice liquido culturale.

In *C* della tabella η l'invertasi durante il riscaldamento a 56° si trasformò in *revertasi*, a causa della quantità rilevante di glucosio che conteneva la prova; anche il saggio corrispondente della tabella ζ conteneva molto glucosio, ma la concentrazione totale dello zucchero era assai minore, quindi mancava una delle condizioni favorevoli all'azione della revertasi. Inoltre nei due giorni si era formato, per la stessa ragione, più enzima invertente nel saggio ζ, mentre si era indebolito quello η.

In *B*, *D* ed *E* la variazione mostra lo stesso andamento.

Queste prove comparative mostrano che, la presenza di molto saccarosio, influenza tanto la trasformazione dello zimogeno in enzima, quanto l'attività di questo.

Anche i liquidi culturali furono esaminati dopo 2 giorni (6 aprile). A questo scopo tolsi ad ogni cultura 25 cmc. I liquidi culturali rimasero così ad occupare un volume di 275 cmc. in *A-D*, di 325 cmc. in *E*.

Tabella 6.

	Acidità	Zucchero			Invertasi netta
		totale	essosio	saccarosio	
A	5.5	1068 $\left(\frac{1}{10}\right)$	148 $\left(\frac{1}{4}\right)$	1020	56
B	5.5	2080 »	48 $\left(\frac{1}{2}\right)$	2032	24
C	5.8	1642.6 »	496 »	1146.6	64
D	5.2	1082.6 »	36 $\left(\frac{1}{1}\right)$	1046.6	18
E	6.2	913 »	12.5 »	900.5	7.5

(1) *Rendiconti Accademia Lincei*, 1906, I Sem., p. 589.

Confrontando questa tabella con la tabella ε, troviamo che l'invertasi si è conservata *apparentemente* in egual quantità in *A* (acqua) e *B* (saccarosio), è aumentata di 4 volte in *C* (glucosio), di 3 volte in *D* (mannite), è diminuita a meno della metà in *E* (asparagina).

Anzitutto istituiamo un confronto con la variazione precedente. In due giorni (48 ore precise ogni volta) l'attività inversiva estracellulare nelle culture del nostro *Mucor* aumentò:

TABELLA ε.

	Per l'aggiunta di		Per l'aggiunta di	
A . .	Acqua	da — 7.8 a + 57	Acqua	da 47.9 a 56
B . .	3 *is.* alcool elitico	» + 6 » + 28	1 *is.* saccarosio . .	» 23.6 » 24
C . .	» glicerina . .	» + 12.8 » + 20	» glucosio . . .	» 16.8 » 64
D . .	» urea	» + 22 2 » 6	» mannite. . .	» 5.05 » 18
E . .	0.25 % caffeina.	» + 22.2 » 27.5	» asparagina .	» 19.9 » 7.5

Per l'aggiunta delle quattro sostanze permeabili l'invertasi esterna era in aumento in tutte le colture, tranne che in *D* (urea); il semplice afflusso di acqua però aveva fatto aumentare l'invertasi anche di più. Evidentemente con l'agitare il liquido si allontanano dal micelio i *prodotti di digestione estracellulare e di escrezione*, e si diffonde in tutto il liquido l'enzima ed il suo zimogeno: conseguenza è un aumento di attività dell'enzima e di secrezione di nuovo enzima.

Per questa ragione un aumento dovrebbe verificarsi sempre, e se non si verifica, è prova che o è frenata la secrezione, o è diminuita l'attività dell'enzima, o infine è diminuita la trasformazione del proenzima in invertina.

Tornando alle nostre tabelle, vediamo che dopo l'afflusso delle sostanze impermeabili l'invertasi, invece di continuare ad aumentare con lo slancio preso, rimane (apparentemente) stazionaria in *B* (saccarosio), aumenta un poco in *A* (acqua) e anche in *D* (mannite), dove prima era in diminuzione, sale di molto in *C* (glucosio), e diminuisce in *E* (asparagina), dove prima la caffeina, come abbiamo visto, aveva già frenato la secrezione.

Il confronto con la tabella ζ c'insegna, che in *A* si trattò di nuova secrezione dell'enzima, mentre in tutte le altre culture la secrezione diminuì o si arrestò. Infatti, per trasformazione di zimogeno in enzima (tabella ζ), l'invertasi in *B* avrebbe dovuto aumentare di circa 7 volte, mentre non aumentò affatto; in *C* avrebbe dovuto crescere

di circa 5 volte, e di tanto crebbe; lo stesso si verificò in *D*; infine in *E* avrebbe dovuto aumentare di quasi 5 volte, e invece diminuì di più della metà.

In conclusione, mentre le quattro sostanze permeabili, ad eccezione dell'urea avevano fatto aumentare la secrezione dell'invertina più dell'acqua pura, le 4 sostanze impermeabili l'hanno arrestata. Questa influenza inibente su la secrezione dell'invertasi diminuisce per le quattro sostanze nell'ordine seguente:

asparagina > saccarosio > mannite > glucosio.

Vediamo che il saccarosio impedisce la secrezione assai più del glucosio ed abbiamo così una nuova conferma del fatto già da Fernbach e me osservato (1), che la secrezione d'invertina non è in relazione con la digestione estracellulare del saccarosio, il quale nel primo periodo di sviluppo del saprofita viene assorbito come saccarosio e digerito dentro le cellule; solo più tardi, quando l'invertasi è uscita da le cellule (2), la digestione estracellulare acquista importanza per l'organismo.

In seguito, le cinque culture furono lasciate riposare per due giorni, trascorsi i quali (8 aprile), eseguii una nuova analisi dei liquidi culturali. A quest'uopo tolsi ad ogni cultura 50 cmc., così che i liquidi di *A-D* si trovarono ridotti a 225 cmc., il liquido di *E* a 275 cmc.

TABELLA 2.

	Acidità	Zucchero			Invertasi netta
		totale	essosio	saccarosio	
A	5.7	945 $\left(\frac{1}{10}\right)$	84 $\left(\frac{1}{2}\right)$	861	108
B	6.0	1940 »	25 $\left(\frac{1}{1}\right)$	1915	29
C	6.8	1440 »	520 $\left(\frac{1}{10}\right)$	920	80
D	5.2	997 »	37.5 $\left(\frac{1}{1}\right)$	959.5	18.5
E	5 8	882 »	90 $\left(\frac{1}{1}\right)$	792	— 50

(1) FERNBACH. — *Ann. Inst. Pasteur*, IV, p. 1 (1890); PANTANELLI, *Ann. di Botan.*, IV. p. 113 (1905).

(2) *Annali di Botanica*, V, p. 259 (1906); *Rendiconti Accad. Lincei*, 1906, I° Sem., p. 383.

Anzitutto osserviamo che l'attività invertasica era ancor cresciuta in 2 giorni in *A* (acqua) e *C* (glucosio), mentre era rimasta stazionaria in *B* (saccarosio) e *D* (mannite) ed era divenuta reversiva in *E* (caffeina+asparagina).

Aggiunsi subito ad *A*: 100 cmc. acqua
B » » » con 10 *is.* peptone secco
C » » » » » » gomma arabica
D » » » » » » gelatina
E » » » » 1 g. agar-agar

I liquidi di *A-D* aumentarono così da 225 a 325 cmc; fattore di diluizione 0. 6923; il liquido di *E* crebbe da 275 a 375 cmc: fattore di diluizione: 0. 7333. Abbiamo allora per effetto della diluizione:

TABELLA λ.

	Acidità	Zucchero			Invertasi netta
		totale	essosio	saccarosio	
A	4.0	654.2	58	596.2	74.7
B	4.1	1343	17.3	1325.7	20
C	4.7	997	359.9	637.1	55.4
D	3.6	690.2	25.9	664.3	12.8
E	4.3	646.9	66	580.9	— 36.7

Subito dopo le aggiunte furono tolti 15 cmc., in modo che i liquidi di *A-D* si ridussero a 310 cmc. quello di *E* a 360 cmc. I 15 cmc. tolti furono addizionati di cloroformio e lasciati in riposo accanto alle culture, alla temperatura della stanza.

Dopo tre giorni (11 aprile) esaminai questi saggi.

TABELLA μ.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta	
	iniziale	dopo 3 giorni	iniziale	dopo 3 giorni
A	58	240	74.7	88
B	17.3	90	20	90
C	359.9	494	55.4	102
D	25.9	144	12.8	— 94
E	66	136	— 36.7	31

A 18-20° si compiè in 3 giorni una certa inversione in tutti i saggi, e così la prova a 56° accusò aumento d'invertasi in tutti i saggi, anche in *D*, nel quale però l'enzima revertì. Se si considera che tutti e quattro questi colloidi deprimono l'attività dell'invertina di *Mucor Mucedo* (1), non resta dubbio, che in questi liquidi asettici si ebbe un'ampia trasformazione di proenzima in invertasi. L'attivazione dell'enzima fu massima in *C* (glucosio, gomma), minima in *E* (caffeina, asparagina, agar-agar) dove però l'enzima da reversivo divenne inversivo.

Anche i liquidi culturali furono esaminati in questo giorno (11 aprile).

TABELLA V.

	Acidità	Zucchero			Invertasi	
		totale	essosio	saccarosio	lorda	netta
A	5.2	646 $\left(\frac{1}{10}\right)$	76 $\left(\frac{1}{2}\right)$	570	154 $\left(\frac{1}{2}\right)$	78
B	5.6	1297 »	0	1297	0	0
C	6.2	916 »	413 $\left(\frac{1}{10}\right)$	503	235 $\left(\frac{1}{2}\right)$	— 178
D	5.8	629 »	61 $\left(\frac{1}{2}\right)$	568	tracce	— 61
E	5.7	626 »	125 »	501	18.6 $\left(\frac{1}{1}\right)$	— 106.4

Se confrontiamo questi dati con quelli della tabella λ, troviamo in A il solito leggero aumento d'invertasi esterna, mentre negli altri 4 liquidi l'invertasi è scomparsa, per dar posto a revertasi, o per lo meno la trasformazione dell'invertasi in revertasi a caldo si è compita così rapidamente, che il risultato pratico è una reversione più o meno energica. Quest'ultima interpretazione è appoggiata dal fatto che nelle culture durante i 3 giorni si ebbe una debole inversione, fatta eccezione per *B*, in cui pare che già nella cultura l'enzima si trovasse allo stato di revertasi.

Ma evidentemente l'organismo deve avere influenzato la natura dell'enzima in un modo che non arrivo a comprendere, perchè nei saggi asettici in vitro (tabella μ) si ebbe trasformazione di proinvertasi in invertasi, e l'enzima rimase tale, fatta eccezione per *D* (gelatina), in cui a 56° revertì.

(1) *Rendiconti Accad. Lincei*, 1906, I° Sem., p. 383; *Annali di Bot.*, V, p. 267 (1906).

Ad ogni modo, la quantità di zimogeno che si trasformò in enzima basta per spiegare l'aumento di questo anche nelle culture: il fungo non pare ne emettesse di più. Anche i colloidi quindi frenano la secrezione, ciò che viene a dare la conferma ai risultati dei miei lavori precedenti.

Infine quel giorno stesso (11 aprile) fu raccolto il micelio:

Peso secco:

A . . .	0.4848 g.
B . . .	0.3562 »
C . . .	0.8496 »
D . . .	0.3375 »
E . . .	0.3326 »

Lo sviluppo maggiore di *C*, che cominciò ad essere visibile dopo l'aggiunta del glucosio, fu dovuto con probabilità a questa sostanza.

III Serie. — Afflusso di sostanze impermeabili, poi di sostanze permeabili, infine di colloidi.

Il 12 aprile fu seminato il fungo in cinque dei miei vasi da cultura, ognuno dei quali portava 300 cmc. della stessa soluzione adoperata nelle esperienze precedenti, addizionata però di 0.1 % acido tartarico. La composizione iniziale di questo liquido culturale dopo la sterilizzazione era la seguente:

Viscosità a 25°: (5 cmc.): 158.4.
Acidità forte: (10 cmc.): 0.8 $^1/_{10}$ norm.
Acidità totale: (10 cmc.): 6.0 $^1/_{10}$ norm.
Zucchero totale: 2350; essosio: 916; saccarosio: 2134.
Inversione in un'ora a 56°: 88 (prodotta dagli acidi).

Dopo 12 giorni di cultura (24 aprile), tolsi 35 cmc. per i saggi:

Tabella z.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A.	1.5	8.1	1536 $\left(\frac{1}{10}\right)$	320 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1216	640 $\left(\frac{1}{10}\right)$	320
B.	1.5	7.0	1493 »	304 »	1189	640 »	336
C.	1.3	7.1	1671 »	308 »	1363	512 »	204
D	2.2	8.2	1706 »	320 »	1386	904 »	584
E.	1.6	7.3	1564 »	344 »	1220	544 »	200

Subito aggiunsi ad *A* 50 cmc. acqua

B	»	»	»	con 1	*is.*	saccarosio
C	»	»	»	»	»	glucosio
D	»	»	»	»	»	mannite
E	»	»	»	» 0.5	»	asparagina.

I liquidi aumentarono così da 265 a 315 cmc. fattore di diluizione: 0.8459. In *B* il saccarosio crebbe di 1172 mg. per 10 cmc., in *C* il glucosio di 586 mg. Queste variazioni, insieme a quelle dovute alla diluizione, sono riportate nella seguente tabella:

TABELLA β.

	Zucchero			Invertasi netta
	totale	essosio	saccarosio	
A	1299	270.7	1018.3	270.7
B	1263 + 1172 = 2435	258	2177	284.2
C	1381 + 586 = 1967	260.5 + 586 = 846.5	1120.5	172.6
D	1443	270.7	1142.3	494
E	1323	290	1033	169.1

Subito dopo le aggiunte, tolsi ad ogni cultura 20 cmc., in modo che i liquidi culturali si ridussero a 295 cmc. Dei 20 cmc. tolti, 5 cmc. furono messi subito ad invertire a 56° con 5 cmc. di saccarosio al 40 %, per studiare l'influenza che le sostanze aggiunte avevano su l'*attività* dell'enzima, che esisteva già nei liquidi culturali al momento dell'aggiunta (Tabella β). Altri 10 cmc. furono addizionati di cloroformio e lasciati in riposo accanto alle culture.

I rimanenti 5 cmc. furono posti subito a 56° insieme a 5 cmc. di *zucchero invertito* al 40 % (1), indi il miscuglio fu addizionato di 10 cmc.

(1) Preparato sciogliendo 40 g. di saccarosio crist. in 100 g. di acqua, poi aggiungendo 5 cmc. di HCl $^1/_{10}$ norm., e tenendo a bagnomaria (a 98-100°) per un'ora, passata la quale si neutralizza, rispetto al methylorange, con NaOH $^1/_{10}$ norm, e si hanno così 120 cmc. precisi di liquido. 5 cmc. di questo contengono tanto essosio riduttore (zucchero invertito) da precipitare subito al massimo 4200-4262 mg di CuO. In seguito lo zucchero riduttore diminuisce lentamente anche in soluzione neutra per il methylorange (la quale può essere debolmente acida per il tornasole e la fenolftaleina), a causa della *reversione*, in proposito della quale vedi: E. FISCHER, *Ber. Chem. Ges.*, XXIII, p. 3687 (1890); XXVIII, p. 3024 (1895); A. WOHL, XXIII, p. 2084 (1890). La revertasi o invertasi revertita non fa che accelerare un processo il quale si compie anche da sè, sebbene con velocità assai minore.

Non mi consta che altri abbia studiato se questo processo possa venir catalisato con un enzima speciale. HENRI, *Comptes rendus Soc. Biol.* 1901, p. 288-290, 290-292, 945-947, 947-949, ha trovato che l'attività dell'*invertasi* diminuisce rapidamente con l'aggiunta di zucchero invertito. VISSER, *Zeitschr. f. physik. Chem.*, LII, p. 257 (1905) ha osservato anche una lenta reversione.

NaHO $^1/_{10}$ norm. e così reso alcalino e portato a 20 cmc., indi lasciato in riposo con un po' di cloroformio alla temperatura della stanza: *prova di reversione in liquido alcalino*. Dopo 14 ore fu esaminato il contenuto in zucchero riduttore e totale; i valori della tabella si riferiscono a 5 cmc. di liquido originale, e per essi si è tenuto conto che 5 cmc. della soluzione di zucchero invertito contenevano 3996 mg. di CuO - zucchero totale e 3600 mg. CuO - zucchero invertito (essosio riduttore) all'inizio della prova.

TABELLA γ.

	Zucchero		Essosio riduttore		Reversione
	iniziale	dopo 14 ore	iniziale	dopo 12 ore	
A .	649.5 + 3996 = 4615.5	1642 $\left(\frac{1}{40}\right)$	135.3 + 3600 = 3735.3	3140 $\left(\frac{1}{40}\right)$	— 295.3
B .	1217.5 + » = 5213.5	5208 »	129 + » = 3729	3320	— 409
C .	983.5 + » = 4979.5	4964 »	132.2 + » = 4023.2	3560	— 463.2
D .	721.5 + » = 4717.5	4718 »	135.3 + » = 3735.3	3480	— 255.3
E .	661.5 + » = 4657.5	4650 »	145 + » = 3745	3840	+ 95

Mentre la quantità di zucchero totale non variò affatto nelle 14 ore, lo zucchero riduttore diminuì in tutti i saggi, ad eccezione di *E* (asparagina). La reversione massima accadde in *B* (saccarosio) e *C* (glucosio). Vediamo ancora una volta, che, più che il rapporto fra saccarosio e prodotti d'inversione, è la concentrazione totale dello zucchero (1) quella che determina l'enzima a diventare reversivo.

La trasformazione in vitro dello zimogeno in enzima attivo fu seguita, come ho detto poc'anzi, esaminando anzitutto l'attività invertasica delle prove tolte ai liquidi culturali *subito* dopo l'aggiunta delle sostanze (per i valori iniziali cfr. la tabella β).

TABELLA δ.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta	
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	prima	dopo l'aggiunta
A	270.7	492 $\left(\frac{1}{4}\right)$	270.7	221.3
B	258	430 »	284.2	172
C	846.5	1056 »	172.6	209.5
D	270.7	648 »	494	377.3
E	290	538 »	169.1	248

(1) Già alcuni autori (HENRI, *l. c. Comptes rendus Soc. Biol.*, 1901, pp. 73-74; BOKORNY, *Centralbl. f. Bakteriol.*, XII, p. 119 (1904) hanno osservato, che la concentrazione del saccarosio diminuisce l'attività dell'enzima, fino ad arrestarla, secondo BOKORNY, verso 57.9 % (in peso) di saccarosio. VISSER (*l. c.*) ha poi trovato, che l'*intensità* dell'enzima diminuisce, se cresce la concentrazione iniziale.

L'attività dell'invertasi è diminuita in *A* (acqua), *B* (saccarosio) e *D* (mannite), aumentata in *C* (glucosio) ed *E* (asparagina) (1).

I 10 cmc. tenuti asettici con cloroformio (pag. 376) furono esaminati dopo due giorni (25 aprile):

TABELLA 8.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta		
	iniziale	dopo 2 giorni	prima	dopo 2 giorni	
				lorda	netta
A	270.7	320 $\left(\frac{1}{4}\right)$	221.3	568 $\left(\frac{1}{1}\right)$	248
B	258	400 »	172	480 »	80
C	846.5	824 »	209.5	768 »	— 54
D	270.7	280 »	377.3	728 »	448
E	290	304 »	248	448 »	144

A temperatura della stanza (18-20°) si ebbe un'inversione notevole solo in *B* (saccarosio), assai minore in *A* (acqua), quasi nulla in *D* (mannite) ed *E* (asparagina). In *C* (glucosio) avvenne una leggera reversione. La determinazione dell'invertasi a 56° mostra che l'enzima è aumentato solo in *A* (acqua) e *D* (mannite), mentre in *B* (saccarosio) ed *E* (asparagina) si è ridotto alla metà ed in *C* (glucosio) è diventato reversivo.

Se però teniamo conto, riportandoci alla tabella 8, di quanto in *A*, *B* e *D* l'*attività* dell'enzima è, ceteris paribus, depressa durante il

(1) Il saccarosio, oltre un certo limite di concentrazione, diminuisce l'attività dell'invertasi; vedi la nota a pag. precedente. WENT, *Jahrb. f. wiss. Bot.*, XXXVI, p. 641 (1901) ha osservato, che in presenza di saccarosio e peptone viene emessa meno invertasi da la *Monilia sitophila* che in presenza di glicerina e glucosio. WENT non ha però studiato separatamente i diversi fattori di questo fenomeno; egli ha determinato solamente l'attività invertasica del liquido dopo parecchi (troppi) giorni di cultura. Osservazioni analoghe, da le quali non si capisce, se fosse influenzata la produzione, la secrezione, l'azione o l'attivazione dell'enzima, si trovano in WORTMANN, *Zeitschr. physiol. Chemie*, VI, p. 287 (1882); *Bot. Zeitung*, 1890, p. 581; BEIJERINCK, *Archives Néerlandaises*, XXIV, p. 391 (1890); *Centr. f. Bakteriol.*, (II), I, p. 226 (1895); FERMI, *Ibidem*, (I), X, p. 405 (1891); BROWN e MORRIS, *Journ. Chem. Society*, LXIX, p. 631 (1892); FERMI e MONTESANO, *Ibidem*, (II), I, p. 542 (1895); BÜSGEN, *Ber. bot. Ges.*, III, p. XXX (1885); KATZ, *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XXXI, p. 603 (1897). Per altra letteratura, concernente altri enzimi, vedi CZAPEK, I, p. 280 (maltasi), 343 (amilasi); II, pp. 82, 165 (proteasi). La mannite arresta l'azione della zimasi secondo GROMOW e GREGORIEW, *Zeitschr. physiol. Chemie*, XLII, p. 299 (1904). L'asparagina accelera l'azione dell'amilasi: EFFRONT, *Moniteur scientifique*, (4), XVIII, p. 561 (1904).

saggio d' inversione a 56°, arriviamo a concludere con sicurezza, che in *A* (acqua) e *D* (mannite) l'enzima attivo è aumentato a spese del proenzima, in *B* è rimasto stazionario. Per analoga ragione troviamo fortemente diminuita l' invertasi in *E*: questa diminuzione non è apparente come in *C*, dove l'enzima è semplicemente diventato reversivo, ma reale. Infatti la tabella γ ci mostra che in *E* l' invertasi non reverte neppure in 14 ore di soggiorno in ambiente alcalino, dopo un riscaldamento con glucosio. L'asparagina dunque impedisce la trasformazione dell' invertina in revertasi e la diminuzione dell' invertasi in *E* (tabella ε) è reale, sia essa dovuta ad una combinazione dell'enzima con l'asparagina, o al diventar racemico e inattivo l'enzima a contatto dell'asparagina, ciò che non fa meraviglia, perchè l'enzima è infine un polipeptide (1).

Dopo due giorni (26 aprile) tolsi 30 cmc. ai liquidi culturali per i seguenti saggi (tabella ζ). I liquidi si ridussero così, da 315 a 285 cmc.

TABELLA ζ.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	1.0	10.6	1222 $\left(\frac{1}{10}\right)$	315 $\left(\frac{1}{5}\right)$	907	644 $\left(\frac{1}{8}\right)$	329
B.	1.3	10.6	2166 »	395 »	1771	512 »	117
C.	1.2	10.8	1844 »	690 »	1154	728 »	38
D.	2.4	12.6	1433 »	280 »	1153	712 »	430
E.	1.5	10.8	1300 »	280 »	1020	362 »	82

Confrontando questi dati con quelli della tabella β, colpisce il fatto, che, ad eccezione di *A* (acqua), l'attività invertasica estracellulare è diminuita in tutte le colture. La tabella ε ci mostra che la proinvertasi si è trasformata in invertasi in *A* e *D*, in *B* è rimasta stazionaria, in *C* ed *E* l'enzima è diminuito. Confrontando queste osservazioni con la tabella ζ troviamo che non solo l'organismo *non*

(1) OPPENHEIMER. — *Die Fermente*, II. Auflage, Capitolo III e pag. 43 (1904). E. FISCHER ha già da tempo (*Ber. chem. Ges.* XXVIII, p. 1433 (1895); *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, XXVI, p. 61 (1896); *Ber. chem. Ges.*, XXXII, p. 2451 (1899); XXXIII, p. 2370 (1900) esternato l' idea, che gli enzimi abbiano una tale configurazione stereochimica, che essi si comportino verso la sostanza otticamente attiva da decomporre come la sua immagine speculare, come la serratura alla chiave. Cfr. inoltre, su la facilità con cui i peptidi si racemizzano: E. FISCHER, *Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteïne*, Ber. chem. Ges., XXXIX, pp. 530-611 (1906).

ha emesso una nova quantità di enzima, ma anche quello già esistente nel liquido culturale è diminuito fortemente, sia che esso sia stato combinato da un antienzima, sia che sia diventato racemico, sia che abbia subito un principio di distruzione. Abbiamo già osservato nell'esperienza precedente (pag. 374) un'influenza simile dell'organismo vivente su l'enzima secreto.

Arriviamo dunque anche qui a la conclusione, che l'afflusso dei quattro non-elettroliti impermeabili (saccarosio, glucosio, mannite, asparagina) determina l'arresto nella secrezione dell'invertina.

Subito dopo, aggiunsi ad *A* 50 cmc. acqua

B » » con 5 g. = 1.632 % = 3 *is.* alcool etilico
C » » » 12.5 » = 5.17 » = » glicerina
D » » » 7 » = 2.265 » = » urea
E » » » 0.75 » = 0.25 » caffeina.

I liquidi aumentarono così da 285 a 335 cmc. Fattore di diluizione: 0.8509. Moltiplicando per questo numero i valori della tabella ζ, si ha:

TABELLA η.

	Zucchero			Invertasi netta
	totale	essosio	saccarosio	
A	1040	268	772	279.9
B	1843	336	1507	99.5
C	1569	586.9	982.1	32.3
D	1219	238.2	980.8	365.9
E	1106	238.2	867.8	69.7

Subito dopo le aggiunte, furono tolti ad ogni cultura 20 cmc., e così i liquidi culturali si ridussero a 315 cmc.

Dei 20 cmc., 5 cmc. servirono per determinare subito l'attività revertasica dell'enzima. Furono mescolati con 5 cmc. di zucchero invertito, tenuti a 56° un'ora, addizionati dopo di 10 cmc. Na OH $^1/_{10}$ norm. e di cloroformio. In questi 20 cmc. la determinazione dello zucchero subito dopo la prova (*prova di reversione a 56° in liquido acido*) dette: (i valori sono riportati a 5 cmc. di liquido originale):

TABELLA θ.

	Zucchero totale		Zucchero riduttore		Reversione acida
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	iniziale	dopo 1 ora a 56°	
A . .	520 + 3996 = 4516	4490 $\left(\frac{1}{40}\right)$	134 + 3600 = 3734	3312 $\left(\frac{1}{40}\right)$	— 422
B . .	941.5 + » = 4937.5	4928 »	168 + » = 3768	3220 »	— 548
C . .	784.5 + » = 4780.5	4772 »	293.4 + » = 3893.4	3660 »	— 233.4
D . .	609.5 + » = 4605.5	4610 »	119.1 + » = 3719.1	3340 »	— 379.1
E . .	553 + » = 4549	4540 »	119.1 + » = 3719.1	3380 »	— 381.1

Dopo 4 giorni di riposo alla temperatura della stanza, fu determinato nuovamente in questi liquidi alcalini lo zucchero (*prova di reversione a 18° in liquido alcalino*):

TABELLA X.

	Zucchero totale		Zucchero riduttore		Reversione alcalina
	iniziale	dopo 4 giorni	iniziale	dopo 4 giorni	
A	4490	4460 $\left(\frac{1}{40}\right)$	3312	3408 $\left(\frac{1}{40}\right)$	+ 96
B	4928	4920 »	3220	2912 »	— 308
C	4772	4770 »	3660	3328 »	— 332
D	4610	4600 »	3340	3232 »	— 108
E	4540	4520 »	3380	3168 »	— 212

A 56° in reazione acida tutti i liquidi revertirono fortemente, quello del saccarosio (*B*) più di tutti, perchè la concentrazione totale dello zucchero era maggiore (cfr. pag. 377); passati poi i liquidi a reazione alcalina, la reversione continuò ancora in tutti, ad onta della bassa temperatura (1), tranne che in *A* (acqua), dove il processo tornò di nuovo addietro e cominciò l'inversione. L'alcool, l'urea e la caffeina favoriscono pure di più la reversione acida a temperatura elevata, la glicerina invece accelera di più la reversione in liquido alcalino a bassa temperatura.

La trasformazione in vitro dello zimogeno in enzima fu seguita negli altri 15 cmc. tolti alle culture subito dopo le aggiunte (pag. 380), di cui 5 cmc. furono esaminati subito e gli altri lasciati riposare con cloroformio a temperatura ordinaria.

Subito dopo le aggiunte l'attività dell'invertasi era modificata come segue: (i valori iniziali di questa tabella sono tolti naturalmente dalla tabella V):

TABELLA I.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta	
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	prima	dopo l'aggiunta
A	268	536 $\left(\frac{1}{1}\right)$	279.9	268
B	336	544 »	99.5	208
C	586.9	672 »	32.3	85.1
D	238.2	632 »	365.9	393.8
E	238.2	328 »	69.7	89.8

(1) Ciò è in accordo con l'osservazione di VISSER (*l. c.*), secondo la quale la temperatura fra 0° e 25° non ha influenza sul processo di reversione.

L'attività dell'invertasi di *Mucor mucedo* è dunque esaltata dall'alcool (*B*), dalla glicerina (*C*) e dalla caffeina (*E*), meno dall'urea (*D*); la diluizione con acqua l'ha leggermente diminuita (*A*).

Dopo 4 giorni di dimora asettica a 18-20° (30 aprile):

TABELLA 7.

	Zucchero riduttore		Invertasi		
	iniziale	dopo 4 giorni	iniziale	dopo 4 giorni lorda	dopo 4 giorni netta
A	268	348 $\left(\frac{1}{4}\right)$	279.9	456 $\left(\frac{1}{8}\right)$	108
B	336	392 »	99.5	680 »	288
C	586.9	680 »	32.3	872 »	192
D	238.2	260 »	365.9	768 »	508
E	238.2	392 »	69.7	560 »	168

Di qui vediamo che mentre in *A* (acqua) l'invertasi diminuì assai più di quello che si sarebbe aspettato da la diminuzione d'attività dell'enzima già esistente (tabella ε), in tutti gli altri liquidi l'enzima aumentò di più (in *B*, *D* ed *E* molto di più) di quello che comportava l'aumento della sua attività per la presenza delle diverse sostanze aggiunte (tabella ε). Ciò dimostra che in *A* vi fu una *perdita* di enzima, in tutti gli altri liquidi un *acquisto* a spese dello zimogeno (1).

(1) L'alcool secondo O' SULLIVAN e TOMPSON *Journ. chem. Society*, LVII, p. 859 (1890) paralizza l'azione dell'invertasi di lievito. Osservazioni analoghe, ma non esatte, in BOKORNY, *Chemiker-Zeitung*, 1901, pp. 365-366, 502-504; *Allg. Hopfen- und Brauerztg.*, 1901, p. 2849. Per altri enzimi: GROMOW e GREGORIEW, *l. c.* (zimasi); GIZELT, *Centr. f. Physiol.*, XIX, pp. 769-771 (1906) (tripsina, amilopsina, steapsina).

Per la glicerina i dati sono discordi. Mentre HENRI, *Journ. d. Physiol.*, II, p. 933 (1900) sostiene che l'inversione del saccarosio per azione degli acidi può decorrere in soluzione concentrata di glicerina, anche più presto che in soluzione acquosa, BRÄUNING, *Zeitschr. physiol. Chemie*, XLII, p. 70 (1904) ha dimostrato che la presenza di molecole estranee, p. es. della glicerina, deprime l'attività dell'enzima. Altri dati simili in GROMOW e GREGORIEW, *l. c.* (1904); WENT, *l. c.* (1901); KATZ, *l. c.* (1897).

Per l'urea mancano dati.

Quanto alla caffeina, mancano dati. Per altri alcaloidi, che in generale deprimono l'attività degli enzimi, vedi MORAT, *C. R. Soc. Biol.*, 1893, p. 116; GONNERMANN, *Arch. ges. Physiol.*, CIII, pp. 225-256 (1904); GROMOW e GREGORIEW, *l. c.*; FERMI, *l. c.*

Anche i liquidi culturali furono esaminati dopo 4 giorni (30 aprile). Si tolsero a questo scopo 30 cmc. ad ogni cultura, rimanendo così in ognuna 295 cmc. di liquido nutritizio.

TABELLA μ.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A . . 2 . .	1.0	4.8	1009 $\left(\frac{1}{10}\right)$	332 $\left(\frac{1}{4}\right)$	777	496 $\left(\frac{1}{8}\right)$	164
B	1.3	5.6	1782 »	448 »	1334	744 »	296
C	1.2	4.8	1474 »	684 »	790	808 »	124
D	1.2	6.2	811 »	280 »	531	504 »	224
E	1.4	6.6	943 »	360 »	583	504 »	144

Il confronto di questa tabella con la tabella η mostra, che in *A* (acqua) e *D* (urea) vi fu diminuzione nell'attività invertasica, estracellulare, in tutte le altre culture aumento.

Confrontiamo questi dati con quelli delle tabelle ι e λ. In *A* (acqua) la perdita di enzima in vitro fu maggiore che nella cultura, quindi vi fu secrezione di enzima da parte del fungo. In *C*, *D* ed *E* l'enzima aumentò più in vitro che nella cultura, quindi non solo non vi fu secrezione d'invertasi, ma questa si perdette in parte nel liquido culturale (cfr. pag. 380). In *B* si nota un minuscolo plus nell'aumento dell'enzima nella cultura rispetto al liquido asettico: forse qui vi fu una leggera secrezione.

Per comodità del lettore, riunisco qui i dati delle tabelle η, ι, λ e μ:

TABELLA ν.

	Influenza su l'attività dell'invertasi a 56°	Influenza su la trasformazione dello zimogeno in invertasi a 18°	Influenza su l'attività inversiva del liquido culturale
A (acqua)	da 279.9 a 268	da 279.9 a 108	da 279.9 a 164
B (alcool)	» 99.5 » 208	» 99.5 » 288	» 99.5 » 296
C (glicerina) . . .	» 32.3 » 85.1	» 32.3 » 192	» 32.3 » 124
D (urea)	» 365.9 » 393.8	» 365.9 » 508	» 365.9 » 224
E (caffeina) . . .	» 69.7 » 89.8	» 69.7 » 168	» 69.7 » 144

In conclusione l'afflusso dei quattro non-elettroliti permeabili (alcool etilico, glicerina, urea e caffeina) non ha provocato una secrezione di enzima dal fungo, ma hanno semplicemente affrettato la tra-

sformazione dello zimogeno già secreto in enzima attivo. Essi esaltano anche l'azione dell'enzima e, ciò che è più meraviglioso, tanto dello enzima inversivo come dell'enzima reversivo in ambiente acido, sebbene non nelle stesse proporzioni, mentre influenzano meno l'enzima reversivo in ambiente alcalino.

In seguito le culture furono lasciate in riposo per 1 giorno, dopo di che (1 maggio) tolsi ad ognuna 30 cmc. per i seguenti saggi:

TABELLA o.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	1.0	4.8	998 $\left(\frac{1}{10}\right)$	329 $\left(\frac{1}{2}\right)$	669	527 $\left(\frac{1}{10}\right)$	198
B	1.3	5.8	1776 »	442 »	1334	782 »	340
C	1.2	4.9	1470 »	602 $\left(\frac{1}{4}\right)$	868	767 »	165
D	1.3	6.6	810 »	183 $\left(\frac{1}{2}\right)$	627	389 »	206
E	1.5	6.8	940 »	421 »	519	593 »	172

Subito furono aggiunti ad *A* 50 cmc. acqua
B » con 3 g. peptone secco
C » » gomma arabica
D » » gelatina
E » con 1.5 g. amido solubile (1).

I liquidi culturali aumentarono così da 285 a 335. Fattore di diluizione: 0.8509.

Per effetto della diluizione, i valori della tabella o diventano:

TABELLA π.

	Zucchero			Invertasi netta
	totale	essosio	saccarosio	
A	848.9	280	568.9	168.5
B	1511	376	1135	289.3
C	1250	512	738	140.4
D	680.6	156	524.6	175.3
E	799.7	358	441.7	146.3

(1) Fu preparato secondo il metodo di LINTNER, *Journ. f. prakt. Chemie*, p. 380 (1886), modificato da FORD, *Chem. Centralblatt*, 1904. Il *Mucor Mucedo* coltivato in assenza di amido non contiene amilasi; la presenza d'amido però eleva la cifra dello zucchero totale determinato per idrolisi, vedi *Annali di Botan.*, V, p. 240 (1906).

Immediatamente dopo le aggiunte furono tolti ad ogni cultura 25 cmc., per cui i liquidi culturali scesero a 310 cmc.

Di questi 25 cmc., 5 cmc. servirono per determinare subito l'invertasi, ed altri 5 per determinare subito la revertasi. Gli altri 15 furono lasciati in riposo con cloroformio accanto alle culture alla temperatura ordinaria e furono esaminati di nuovo dopo 4 giorni.

La revertasi fu determinata mescolando 5 cmc. del liquido con 5 cmc. di zucchero invertito al 40 %, e tenendo un'ora a 56° il miscuglio, dopodichè aggiunsi 10 cmc. di NaOH $^1/_{10}$ norm. ed un po' di cloroformio. Subito trovai i seguenti valori (i valori iniziali sono tolti alla tabella π):

TABELLA ρ.

	Zucchero riduttore		Reversione
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	acida
A	140 + 3600 = 3740	3080 $\left(\frac{1}{20}\right)$	— 660
B	188 + » = 3788	3104 »	— 674
C	256 + » = 3856	3072 »	— 784
D	78 + » = 3678	3168 »	— 510
E	179 + » = 3779	3104 »	— 675

Gli altri 15 cmc. di liquido alcalino furono lasciati riposare 4 giorni, dopo di che (5 maggio) eseguii una nuova determinazione degli zuccheri (prova di reversione a 18° in liquido alcalino):

TABELLA σ.

	Zucchero riduttore		Reversione	Zucchero totale
	iniziale	dopo 4 giorni	alcalina	dopo 4 giorni
A	3080	2880 $\left(\frac{1}{32}\right)$	— 200	4400 $\left(\frac{1}{40}\right)$
B	3104	3456 »	+ 352	4696 »
C	3072	3480 »	+ 408	4600 »
D	3168	2976 »	— 192	4672 »
E	3104	3072 »	— 32	4388 »

Mentre in soluzione acida a temperatura elevata si ebbe in tutti i saggi una potente reversione, questa poi continuò in soluzione alcalina a temperatura bassa solamente in *A* (acqua), *D* (gelatina) ed *E* (amido); in *B* (peptone) e *C* (gomma) invece il liquido alcalino era diventato

inversivo, non ostante la forte quantità di zucchero invertito rispetto al saccarosio. I valori dello zucchero totale, determinati alla fine dell'esperienza, fanno fede che si trattasse di una vera reversione e non di una decomposizione degli zuccheri riduttori.

La trasformazione in vitro dello zimogeno in enzima fu seguita determinando subito dopo la presa dei saggi (1 maggio) l'invertasi: (i valori iniziali sono tolti alla tabella τ):

TABELLA τ.

	Zucchero riduttore		Invertasi	
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	prima	dopo l'aggiunta
A	280	408 $\left(\frac{1}{8}\right)$	168.5	128
B	376	408 »	289.3	32
C	512	640 »	140.4	128
D	156	168 »	175.3	12
E	358	408 »	146.3	50

L'*attività* dell'enzima si mostrò depressa anche nel saggio A, ma senza confronto di più negli altri quattro saggi, in cui erano presenti i colloidi, ciò che sta d'accordo con nostre esperienze anteriori (1). Il colloide che ebbe meno influenza fu la gomma arabica; forte fu la depressione in presenza del peptone e della gelatina.

Il resto del liquido tolto alle culture, conservato asettico con cloroformio, fu esaminato dopo 4 giorni (5 maggio):

TABELLA υ

	Zucchero riduttore		Invertasi		
	iniziale	dopo 4 giorni	iniziale	dopo 4 giorni	
				lorda	netta
A	280	300 $\left(\frac{1}{8}\right)$	168.5	504 $\left(\frac{1}{8}\right)$	204
B	376	456 »	289.3	672 »	216
C	512	616 »	140.4	920 »	304
D	156	270 »	175.3	624 »	354
E	358	452 »	146.3	560 »	108

(1) Annali di Botanica, vol. III, p. 113, (1906).

L'invertasi è aumentata in tutti i saggi a spese della proinvertasi e si tratta di un aumento assai forte, perchè abbiamo visto che l'*attività* dell'enzima è assai depressa da i colloidi. Questi dunque, specialmente la gomma e la gelatina, favoriscono assai la trasformazione dello zimogeno in enzima a bassa temperatura.

Anche i liquidi culturali furono esaminati dopo 4 giorni (5 maggio):

TABELLA ϱ.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A.	0.6	3.8	764 $\left(\frac{1}{20}\right)$	380 $\left(\frac{1}{10}\right)$	384	480 $\left(\frac{1}{8}\right)$	100
B.	0.8	4.8	1427 »	616 »	811	488 »	— 128
C.	0.8	3.7	1220 »	655 »	565	632 »	— 23
D.	1.2	4.2	589 »	240 »	349	176 »	— 64
E.	1.0	4.4	762 »	455 »	307	456 »	+ 1

Questo risultato non ha bisogno di molti commenti. Mentre a temperatura ordinaria l'enzima invertiva ancora e ne fa fede l'aumento di zucchero riduttore nel liquido di tutte le culture (cfr. con la tabella π), in *A* (acqua) invertiva anche a caldo, negli altri liquidi, in presenza dei colloidi, sviluppava a 56° un'attività reversiva più o meno vivace. In *E* (amido solubile) l'azione inversiva bilanciò la reversiva a quanto pare, così che pare manchi l'enzima.

In complesso la quantità di enzima è assai minore di quello che si aspetterebbe da la trasformazione dello zimogeno (tabella ν) e dal corso ascendente che l'invertasi estracellulare aveva prima dell'aggiunta dei colloidi (cfr. la tabella μ con la tabella ὁ), per cui possiamo concludere che i colloidi hanno impedito la secrezione di enzima ed hanno influenzato quello già secreto in modo da rendergli più facile la trasformazione nella modificazione reversiva (1). Sono tutti fenomeni che il lettore comprenderà assai meglio, quando avrà letto il lavoro su la revertasi.

(1) Le osservazioni di alcuni autori citati (FERMI, KATZ, WENT), secondo cui il peptone o l'albumina diminuiscono la secrezione di determinati enzimi o *proteggono* una data sostanza (zucchero, amido) da l'elaborazione per opera del saprofita (cfr. PFEFFER, *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XXVIII, p. 237 (1895) rientrano evidentemente nel medesimo ordine di fatti illustrati da me. Certo nessuno avrebbe finora potuto supporre che la presenza di colloidi nel substrato fa divenire reversivo un enzima a temperature elevate.

Comparando i risultati di questa serie d'esperienze con quelli della precedente, troviamo che l'aggiunta delle sostanze impermeabili arrestò in questa serie come nella precedente la secrezione dell'enzima, e lo stesso dicasi dei colloidi, ma l'afflusso delle sostanze permeabili, che nella precedente serie pare determinasse una leggera secrezione di enzima, in questa serie non ha determinato secrezione, ma ha semplicemente affrettato la trasformazione dello zimogeno già secreto in enzima attivo.

Infine, ecco il peso dei micelii alla fine dell'esperienza:

	Peso fresco	Peso secco
A	2.4438 g.	0.5842 g.
B	3.4998 »	0.9588 »
C	1.4302 »	0.4364 »
D	2.5072 »	0.5981 »
E	1.1852 »	0.5142 »

IV Serie. — **Afflusso di sali (elettroliti) permeabili, poi di sali impermeabili.**

Il fungo fu seminato il 7 maggio in 5 dei miei vasi da cultura, ognuno dei quali conteneva la seguente soluzione: tartrato d' ammonio 1 %, $KH PO_4$ 0.5 %, $Mg SO_4 + 7$ aq. 0.5%, saccarosio crist. 10%, glucosio 0.2%, acido fosforico: tracce.

Dopo 7 giorni (14 maggio) il fungo si era uniformemente sviluppato in tutte le culture ed aveva appena cominciato a fabbricare qualche sporangio. Tolsi allora 25 cmc. per i saggi:

Tabella α

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A.	0.7	8.2	2250 $\left(\frac{1}{10}\right)$	965 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1285	1560 $\left(\frac{1}{8}\right)$	595
B.	0.8	9.3	1180 »	625 »	1255	856 »	231
C.	0.8	8.7	1970 »	625 »	1345	696 »	71
D.	0.9	8.7	1837 »	340 »	1497	680 »	340
E.	1.0	7.9	1900 »	625 »	1275	776 »	151

È degna di nota la quantità così diversa d'invertasi nelle culture parallele.

Furono aggiunti subito ad *A* 50 cmc. acqua.

B » » con 5.8 g. tartrato d' ammonio
C » » » 2.31 » acetato »
D » » » 2.1 » nitrato »
E » » » 1.62 » cloruro »

Furono scelti questi quattro elettroliti, perché permeabili. I sali d'ammonio, specialmente quelli degli acidi organici della serie alifatica, sono tutti facilmente permeabili (1). La dose adottata era tale, che essi poi si trovavano nel liquido culturale alla concentrazione di $^1/_{40}$ mol.

I liquidi culturali aumentarono così da 275 a 325 cmc; fattore di diluizione: 0.8461. Moltiplicando per questo numero i valori della tabella α si ha:

TABELLA β.

	Zucchero			Invertasi netta
	totale	essosio	saccarosio	
A	1904	816.4	1087.6	503.2
B	1591	528.8	1062.2	195.4
C	1666	528.8	1137.2	600.8
D	1554	287.7	1266.7	287.7
E	1606	528.8	1077.2	127.7

Subito dopo l'aggiunta, i liquidi di *B* e *C* (sali organici d'ammonio) diventarono alcalini per il methylorange, ma rimasero acidi per la carta di tornasole.

Tolsi subito 25 cmc. ad ogni cultura. Questi furono conservati con cloroformio alla temperatura ordinaria accanto alle culture e servirono per fare la prova di reversione acida a 56° e a 20° e alcalina a 20°, nonchè per studiare la trasformazione dello zimogeno in enzima attivo.

La prova di reversione acida a 56°, istituita come nella serie precedente di esperienze, dette il seguente risultato: i dati si riferiscono a 5 cmc. di liquido originale, i valori iniziali sono tolti alla tabella β.

TABELLA γ.

	Zucchero riduttore		Reversione acida
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	
A	408 + 3600 = 4008	4416 $\left(\frac{1}{32}\right)$	+ 408
B	264 + » = 3864	3488 »	— 376
C	264 + » = 3864	3616 »	— 248
D	144 + » = 3744	3328 »	— 416
E	264 + » = 3864	3616 »	— 248

(1) OVERTON *l. c.*, p. 182 (1895); LÖVINSON, *Bot. Centr.*, LXXXIII, p. 1 (1900); NATHANSOHN, *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XL, p. 403 (1904); BOTTAZZI, *Principii di Fisiologia*, I, p. 282 (1906).

Mentre in *A* (acqua) l'enzima continuò ad invertire come se non fosse presente una quantità così preponderante di zucchero invertito, negli altri saggi revertì energicamente; non so se ciò sia dovuto ad un' azione speciale dei sali d' ammonio o dell'ammonio (NH_4) sull'enzima o piuttosto all'acidità leggermente diminuita.

Il liquido avanzato da questo saggio, reso *alcalino* con NaOH $^1/_{10}$ norm. come nell'esperienza precedente, fu provvisto di cloroformio e conservato alla temperatura ordinaria (prova di reversione in alcali a 20°). Dopo 2 giorni (i valori iniziali sono tolti alla tabella γ):

TABELLA δ.

	Zucchero riduttore		Reversione alcalina
	iniziale	dopo 2 giorni	
A	4416	4192 $\left(\frac{1}{32}\right)$	— 224
B	3488	3712 »	+ 224
C	3616	3552 »	— 64
D	3328	2784 »	— 544
E	3616	3104 »	— 512

Come si vede confrontando questa tabella con la tabella γ, in *C*, *D* ed *E* l' enzima continuò a revertire più o meno in alcali a bassa temperatura, ma in *A* (acqua) ed in *D* (tartrato d'ammonio) l'attività s' invertì; in *A* da inversiva divenne reversiva, in *B* da reversiva in acidi si fece inversiva in alcali. Non sono in grado di spiegare questi fatti; richiamo però l'attenzione del lettore su la constatazione assai importante, che l'enzima di *Mucor Mucedo* inverte anche in soluzione alcalina, per altro assai debolmente alcalina (1).

(1) Ciò è dovuto al fatto, che in soluzione concentrata di zucchero l'alcali favorisce il passaggio della proinvertasi ad invertasi, come vedremo nel lavoro su la revertasi. FERMI e MONTESANO, *Centr. f. Bakteriol.* (II), I, p. 542 (1895), hanno già osservato, che l'invertasi di alcuni bacterii agisce anche in soluzione debolmente alcalina. In linea di principio la cosa è concepibile, perchè anche gli ioni OH −, che sono i catalisatori di primo grado, determinano una inversione energica, per quanto assai più lenta di quella determinata da gli ioni H +. — O' SULLIVAN, *Journ. chem. Society*, LIX, p. 939 (1892), dice che dopo il trattamento con potassa diluita l'attività invertasica aumenta. Alcali forti naturalmente distruggono l'invertina: O' SULLIVAN e TOMPSON, *Journ. chem. Soc.*, LVII, p. 852 (1890).

Per seguire la trasformazione in vitro dello zimogeno in invertasi determinai l'attività inversiva subito dopo la presa del saggio (i valori iniziali sono tolti alla tabella β):

TABELLA ε

	Zucchero riduttore		Invertasi	
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	prima	dopo l'aggiunta
A	816. 4	856 $\left(\frac{1}{8}\right)$	503. 2	+ 39. 6
B	528. 8	464 »	195. 4	— 64. 8
C	528. 8	456 »	60	— 72. 8
D	287. 7	512 »	287. 7	+ 224. 3
E	528. 8	640 »	127. 7	+ 111. 2

Basta dunque che il liquido diventi alcalino per il methylorange (non contenga acidi forti), perchè l'enzima reverta. Del resto anche negli altri saggi l'invertasi è in diminuzione, fortissima in *A* (acqua). È però da considerarsi, che anche in *A* l'acidità forte era piuttosto bassa (circa 0. 5 cmc. $^1/_{10}$ norm.).

Il resto dei liquidi culturali fu provvisto di cloroformio e conservato alla temperatura della stanza. Dopo due giorni (16 maggio; i valori iniziali sono della tabella β):

TABELLA ζ.

	Zucchero riduttore		Invertasi		
				dopo 2 giorni a 20°	
	iniziale	dopo 2 giorni a 20°	iniziale	lorda	netta
A	816 4	816	503. 2	832 $\left(\frac{1}{8}\right)$	16
B	528. 8	560	195. 4	672 »	112
C	528. 8	560	60	632 »	72
D	287. 7	576	287. 7	752 »	176
E	528. 8	624	127. 7	840 »	216

L'invertasi è aumentata solo in *E* (nitrato d'ammonio) e un poco in *C* (acetato), negli altri liquidi è diminuita, in *A* (acqua) moltissimo; infatti in *A* non è neppure accaduta inversione in 2 giorni a 20°. La diluizione del liquido culturale con circa $^1/_3$ di acqua ha dunque fatto sciupare l'enzima in questa esperienza; anche nella serie precedente abbiamo osservato (pag. 382) qualcosa di simile.

In *B* e *C* l'enzima si è *abituato* ad invertire nonostante la debole acidità. È notevole la differenza fra l'influenza dei sali organici ed i sali inorganici di ammonio. In *B* e *C* subito dopo l'afflusso dei sali organici l'enzima reverte, poi riprende adagio l'attività inversiva: in *D* ed *E* invece (nitrato e cloruro) si conserva inversivo, specialmente in *E*. Probabilmente qui si ha un'azione dell'anione. L'anione organico (tartarico, acetico) viene assorbito da l'organismo più presto dell'anione ammonio ed infatti i liquidi diventano alcalini per il metilarancio, non però per il tornasole. Invece l'anione inorganico non è assorbito (cloro, nitrico) od è assorbito assai più adagio del catione ammonio: cresce l'acidità nel liquido esterno, l'invertasi lavora di più ed una maggior quantità di proinvertasi si trasforma in enzima attivo (1). Il cloro (*E*) deve in questo agire più dell'anione nitrico (*D*), ciò che l'esperienza conferma.

I liquidi culturali furono pure esaminati 2 giorni più tardi (16 maggio) e per questo scopo tolsi ad ogni cultura 25 cmc. I liquidi di cultura si ridussero così da 300 a 275 cmc.

TABELLA 7.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A.	1.8	6.2	1730 $\left(\frac{1}{10}\right)$	630 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1100	784 $\left(\frac{1}{8}\right)$	150
B.	.0	9.5	1527 »	571 »	956	872 »	301
C.	0	4.6	1570 »	580 »	990	548 »	— 32
D.	1.5	6.6	1560 »	505 »	1055	760 »	255
E.	1.0	6.5	1530 »	595 »	935	924 »	329

Confrontando questi dati con quelli della tabella 3, troviamo che l'attività invertasica estracellulare è diminuita in *A* (acqua), *D* (nitrato) ed *E* (cloruro), aumentata in *B* (tartrato), invertita in *C* (acetato).

(1) La trasformazione di proinvertasi in invertasi viene catalisata da gli ioni d'idrogeno. Si tratta probabilmente di un processo di idrolisi. *Rendiconti Accademia Lincei* 1906, I Sem., p. 589.

Per istituire meglio il confronto con le tabelle ε e ζ, riunisco i corrispondenti dati nella seguente tabella:

TABELLA 0.

	Variazione dell'attività dell'invertasi	Trasformazione dello zimogeno in enzima	Variazione dell'attività inversiva del liquido di cult.
A (acqua)	da + 503.2 a + 39.6	da + 503.2 a + 16	da + 503.2 a + 150
B (tartrato d'NH_4)	» + 195.4 » — 64.8	» + 195.4 » + 112	» + 195.4 » + 301
C (acetato »)	» + 60 » — 72.8	» + 60 » + 72	» + 60 » — 32
D (nitrato »)	» + 287.7 » + 224.3	» + 287.7 » + 176	» + 287.7 » + 255
E (cloruro »)	» + 127.7 » + 111.2	» + 127.7 » + 216	» + 127.7 » + 329

In *A* ci fu secrezione di enzima, perchè stando a lo sciupìo che soffriva l'enzima secreto, si avrebbe dovuto avere una diminuzione assai maggiore di attività invertasica ultracellulare.

In *B* la secrezione fu ancora maggiore che in *A*, tenuto conto che la composizione del liquido era tale, che subito dopo l'aggiunta l'enzima diventava reversivo, e la quantità di proinvertasi attiva non basta per spiegare l'aumento: quest'ultima ragione vale anche per dimostrare che vi fu secrezione in *D* ed in *E*; in *C* l'enzima ad alta temperatura diventava *reversivo* (non però a temperatura ordinaria!) e quindi non si capisce se vi fu secrezione o no.

In complesso però si può ammettere che i sali d'ammonio, se non hanno provocato un aumento di secrezione, per lo meno non hanno impedito questo processo, fatta eccezione per l'acetato.

Subito dopo tolte le prove su dette, aggiunsi ad

A 50 cmc. di acqua
B » » con 5.4 g. $MgSO_4$ (1)
C » » » 3 » KNO_3
D » » » 1.74 » NaCl
E » » » 2.49 » $CaCl_2$

Sono quattro sali impermeabili per le cellule dei funghi (2). La dose scelta era tale, che essi venivano a trovarsi alla concentrazione di *1 is* nel liquido culturale.

(1) 10.8 g. $MgSO_4 + 7$ aq.

(2) *Jarb. f. wiss. Botan.*, XL, p. 341 (1904); *Novo Giorn. Botan.*, (2), XI, p. 353 (1904).

Questo aumentò da 275 a 325 cmc. Fattore di diluizione 0.8461. Per effetto di questa diluizione la concentrazione dello zucchero e dell'invertasi scese a:

TABELLA ι.

	Zucchero			Invertasi netta
	totale	essosio	saccarosio	
A	1463	533	930	+ 130.2
B	1292	483	809	+ 254.2
C	1328	491	837	— 27
D	1320	427	893	+ 215.7
E	1294	503	791	+ 24.5

Subito furono tolti 25 cmc. per fare le seguenti prove:

Reversione acida a 56°. 5 cmc. del liquido culturale + 5 cmc. di zucchero invertito al 40 % furono tenuti a 56° per un'ora, poi addizionati di 10 cmc NaOH $^1/_{10}$ norm. ed esaminati subito. (I valori iniziali sono tolti alla tabella ι; tutti i valori della tabella ϰ si riferiscono a 5 cmc. di liquido originale):

TABELLA ϰ.

	Zucchero riduttore		Reversione acida
	iniziale	dopo un'ora a 56°	
A	266 + 3600 = 3866	3808 $\left(\frac{1}{32}\right)$	— 58
B	241 + » = 3841	3158 »	— 683
C	245 + » = 3845	3296 »	— 549
D	213 + » = 3813	3296 »	— 517
E	251 + » = 3851	3040 »	— 811

La reversione è stata assai più forte nei saggi a cui sono stati aggiunti i sali, che in *A* (acqua). I 15 cmc. alcalini, conservati asetticamente a 20° furono esaminati di nuovo dopo due giorni (18 maggio); i valori iniziali sono tolti alla tabella ϰ):

TABELLA λ.

	Zucchero riduttore		Reversione alcalina
	iniziale	dopo 2 giorni	
A	3808	3616 $\left(\frac{1}{32}\right)$	— 192
B	3158	3168 »	+ 10
C	3296	3296 »	0
D	3296	3488 »	+ 192
E	3040	3648 »	+ 608

La reversione a freddo in ambiente alcalino è continuata solo nel liquido *A*: negli altri campioni o si è arrestata (*B* e *C*) o ha dato posto all'attività inversiva, come già altre volte (pag. 390) abbiamo osservato.

La trasformazione dello zimogeno in enzima fu studiata determinando anzitutto l'invertasi nei saggi tolti alle culture subito dopo le aggiunte (p. 393; i valori iniziali provengono dalla tabella t):

TABELLA q.

	Zucchero riduttore		Invertasi netta	
	iniziale	dopo 1 ora a 56°	prima	dopo l'aggiunta
A	533	704 $\left(\frac{1}{8}\right)$	+ 130.2	+ 171
B	483	432 »	+ 254.2	— 51
C	491	440 »	— 27	— 51
D	427	584 »	+ 215.7	+ 157
E	503	610 »	+ 24.5	+ 137

Troviamo aumentata l'attività dell'invertasi in *A* ed *E* (cloruro di calcio), diminuita in *D* (cloruro di sodio), in *B* e *C* non è forse variata l'attività dell'enzima, ma è diventata reversiva (1).

Dopo due giorni di riposo a 20° in presenza di cloroformio:

TABELLA v.

	Zucchero riduttore		Invertasi		
				dopo 2 giorni	
	iniziale	dopo 2 giorni	iniziale	lorda	netta
A	533	700 $\left(\frac{1}{8}\right)$	+ 130.2	696	— 4
B	483	576 »	+ 254.2	960	+ 384
C	491	480 »	— 27	520	+ 40
D	427	440 »	+ 215.7	672	+ 232
E	503	456 »	+ 24.5	744	+ 288

(1) Secondo ARRHENIUS, *Zeitschr. f. physik. Chemie*, IV, p. 237 (1889), l'azione catalitica degli acidi viene notevolmente aumentata per la presenza di sali neutri. Ma non è sempre lo stesso per le azioni enzimatiche. I sali di calcio hanno un'influenza deprimente su la diastasi.: MORACZEWSKI, *Archiv. für gesamte Physiol.*, LXIX, pp. 32-75 (1897), e su l'invertasi: BOURQUELOT et HERISSEY, *Comptes rendus Soc. Biol.*, LV, p. 176 (1903). Però secondo EFFRONT, *Comptes rendus*, CXV, p. 1324 (1892); *Moniteur scientifique*, VII, p. 266 (1893), il fosfato di antimonio, di calcio, i sali di alluminio, il gesso favoriscono l'azione della diastasi. KELLNER, MORI e NAGAOKA, *Beitr. z. Kenntniss der invert. Fermente*, Zeitschr. f. physiol. Chem., pag. 316 (1890), riportano che il sale da cucina deprime l'azione dell'amilasi. Cfr. WENT, *l. c.*, p. 641, HENRI, *C. R. Soc. Biol.*, 1902, pp. 353-354; GONNERMANN, *l. c.*; GROMOW e GREGORIEW, *l. c.* (1904); COLE, *Journ. of Physiol.* XXX, pp. 202 e 281 (1903); ISSAJEW, *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, XLII, p. 112 (1904); DELEZENNE, *Comptes rendus*, CXLI, pp. 914-916 (1905); MALFITANO, *Comptes rendus Soc. Biol.*, 1905, pp. 918-919. In complesso i risultati sono assai discordanti, gli Autori non hanno tenuto conto della reversibilità di questi processi e tutta la questione meriterebbe uno studio sistematico e profondo.

Non in tutti i saggi l'invertasi ha lavorato a freddo, così in *C*, *D* ed *E*, mentre c'è stata un'inversione abbastanza forte in *A*. Quanto è diverso il lavorio dell'enzima a 56°! Pare che in *A* non ci sia più enzima o stia trasformandosi in revertasi; negli altri saggi è aumentato in tutti, specialmente in *E* (cloruro di calcio). In *B* e *C* l'enzima si è *abituato* all'ambiente (cfr. pag. 392) e vediamo che, mentre subito dopo la presa dalla cultura sviluppava attività reversiva, dopo due giorni invece ha acquistato notevoli proprietà inversive.

Anche i liquidi culturali furono esaminati dopo due giorni (18 maggio

TABELLA ξ.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	1.1	7.2	1320 $\left(\frac{1}{10}\right)$	636 $\left(\frac{1}{4}\right)$	681	840	+ 204
B.	2.3	8.9	1075 »	326 »	749	573	+ 247
C.	0	5.5	1310 »	705 »	605	824	+ 119
D.	1.3	6.8	1300 »	445 »	855	768	+ 323
E.	1.6	8.5	1260 »	490 »	770	824	+ 334

Per agevolare al lettore il confronto di questi valori con quelli di due giorni prima, ho riunito i dati corrispondenti alla tabella ι, μ e ν:

TABELLA σ

	Variazione dell'attività d. invertasi	Trasformazione d. zimogeno in enzima attivo	Variazione d. attiv. inversiva nel liquido d. cultura
A (acqua).	da + 130. 2 a + 171	da + 130. 2 a — 4	da + 130. 2 a + 204
B ($MgSO_4$). . . .	» + 254. 2 » — 51	» + 254. 2 » + 384	» + 254. 2 » + 247
C (KNO_3).	» — 27 » — 51	» — 27 » + 40	» — 27 » + 119
D (NaCl).	» + 215. 7 » + 157	» + 215. 7 » + 232	» + 215. 7 » + 323
E ($CaCl_2$).	» + 24. 5 » + 137	» + 24. 5 » + 238	» + 24. 5 » + 334

Il confronto di questi dati ci porta a concludere, che in tutte le culture vi fu in quei giorni secrezione d'invertasi, tranne in *B* (solfato di magnesio), in cui l'attività inversiva estracellulare rimase stazionaria, mentre avrebbe dovuto aumentare, se nel liquido della cultura si fosse compiuta la trasformazione dello zimogeno in enzima nello stesso grado come in vitro. Dunque l'unico sale che ha impedito la secrezione dell'enzima è stato il solfato di ma-

gnesio. La secrezione massima però avvenne in 1 diluizione con acqua, come nell'esperienza precedente.

Per vedere a colpo d'occhio come agiscono i diversi sali, istituiamo un confronto fra le tabelle 0 ed o. I valori che segniamo risultano dalla differenza dei valori segnati nelle colonne II e III delle rispettive tabelle; + significa aumento, — diminuzione del potere *inversivo*, non è quindi da confondersi con i segni delle tabelle precedenti.

TABELLA 7.

	Variazione dell'invertasi in vitro a 20°	Variazione dell'invertasi nella cultura a 20°
Aggiunta di: acqua	— 487	— 353
» $^1/_{10}$ mol. tartrato di NH_4	— 83	+ 106
» » acetato	+ 12	— 92
» » nitrato	— 111	— 32
» » cloruro	+ 89	+ 202
» acqua	— 134	+ 74
» 1 *is.* $MgSO_4$	+ 130	— 7
» » KNO_3	+ 67	+ 146
» » $NaCl$	+ 17	+ 108
» » $CaCl_2$	+ 214	+ 310

Vediamo da questo confronto che non c'è una relazione fra la permeabilità dei sali e la loro influenza su la secrezione dell'enzima. Infatti la secrezione è aumentata sempre in tutte le culture, anche in quelle a cui era stata aggiunta acqua pura; fanno eccezione la cultura *C* dopo l'aggiunta dell'acetato d'ammonio e la cultura *B* dopo l'aggiunta del solfato di magnesio, in cui la secrezione fu arrestata e l'enzima diminuì.

Assai più interessante è l'azione che i diversi sali hanno sull'attività dell'invertasi, su la sua modificazione in enzima sintetizzante, su la trasformazione del proenzima in invertasi o in revertasi, ma sono tutti fatti questi, che esorbitano dal nostro tema.

I micelii avevano alla fine della esperienza il seguente peso secco:

A	0.4702 g.
B	0.3796 »
C	0.3847 »
D	0.5547 »
E	0.5697 »

Lo sviluppo era dunque stato abbastanza uniforme e le differenze nella secrezione non si possono ascrivere alla grandezza della superficie secernente.

V. Serie. — **Afflusso di basi, poi di acidi, e viceversa.**

Il fungo fu seminato il 23 maggio in 5 dei miei vasi da cultura, ognuno dei quali era provvisto di 300 cmc. della stessa soluzione adoperata nella esperienza precedente. La temperatura della stanza oscillò fra 18 e 24°. Dopo 7 giorni (30 maggio) tolsi 25 cmc. per i seguenti saggi:

Tabella α.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	1.2	7.8	1725 $\left(\frac{1}{10}\right)$	550 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1175	720 $\left(\frac{1}{8}\right)$	170
B	1.2	7.2	1712 »	540 »	1172	728 »	188
C	1.5	7.0	2162 »	525 »	1637	744 »	219
D	1.6	7.5	1687 »	520 »	1167	768 »	248
E	1.6	7.5	1787 »	545 »	1242	708 »	163

Le aggiunte furono fatte in modo da portare con sufficiente approssimazione l'acidità totale (7 cmc. $^1/_{10}$ norm. per 11 cmc. di liquido culturale) al doppio (14 cmc.) o neutralizzarla esattamente o sostituita con alcalinità pressochè eguale (intorno a 7 cmc. $^1/_{10}$ norm. per 10 cmc.). A questo scopo furono aggiunte ad

A 50 cmc.					acqua	= 6.6^{H} (acida)
B 23.5 »	acido acetico norm.		+ 26.5 cmc.		»	= 13.2^{H}
C 23.5 »	carbonato sodico norm.		+ 26.5 »		»	= 0^{H} (neutra)
D 47 »	»	»	+ 3	»	»	= 6.4^{OH} (alcal.)
E 47 »	fosfato trisodico	»	+ 3	»	»	= 6.4^{OH} »

I titoli delle soluzioni aggiunte erano stati stabiliti empiricamente, titolandole con NaOH od HCl $^1/_{10}$ norm., facendo uso come indicatore della fenolftaleina o del tornasole. Così in *B* l'acidità divenne circa 14 $^1/_{10}$ norm., *C* diventò affatto neutro e vi si formò infatti subito un precipitato di fosfato ammonio-magnesiaco, *D* ed *E* acquistarono un'alcalinità circa 7 $^1/_{10}$ norm., e il precipitato fu in ambedue le culture assai più voluminoso che in *C*.

I liquidi culturali aumentarono così da 275 a 325 cmc. Fattore di diluizione: 0.8461. Moltiplicando per questo numero i valori della tabella γ si ha:

TABELLA β.

	Zucchero			Invertasi netta
	totale	essosio	saccarosio	
A	1459	465	994	144
B	1448	457	991	159
C	1829	444	1385	185
D	1428	440	988	210
E	1512	461	1051	138

Dopo accurata agitazione furono tolti alle culture 25 cmc.

Di questi, 5 cmc. furono subito mescolati con 5 cmc. di zucchero invertito al 40 % ed un po' di cloroformio e lasciati riposare accanto alle culture; si tratta dunque di *reversione a freddo in liquido acido od alcalino* a seconda dei saggi. Così avevo posto l'esperienza di reversione in condizioni più simili a quelle delle culture, di quel che non avessi fatto nelle serie precedenti di esperienze.

Dopo 24 ore precise determinai lo zucchero riduttore. I valori della tabella si riferiscono a 5 cmc. di liquido originale; i valori iniziali sono presi dalla tabella β.

TABELLA γ.

	Zucchero riduttore		Reversione
	iniziale	dopo 24 ore	
A	232 + 3600 = 3832	3200 $\left(\frac{1}{40}\right)$	— 632
B	228 + » = 3828	3440 »	— 388
C	222 + » = 3822	3200 »	— 622
D	220 + » = 3820	3320 »	— 500
E	230 + » = 3830	3320 »	— 510

La reversione massima fu in *A* (acqua, debolmente acido) e in *C* (liquido neutro), minore nei liquidi alcalini e anche più debole nel liquido più acido.

La trasformazione in vitro del proenzima in enzima fu seguita determinando l'attività idrolitica dai liquidi appena tolti alla cultura e dopo 24 ore di dimora asettica in presenza di cloroformio alla temperatura della stanza.

Subito dopo le aggiunte (i valori iniziali sono tolti alla tabella β):

TABELLA δ.

	Zucchero riduttore		Invertasi	
	iniziale	dopo 24 ore	prima	dopo l'aggiunta
A	465	720 $\left(\frac{1}{8}\right)$	144	+ 255
B	457	728 »	159	+ 271
C	444	514 »	185	+ 70
D	440	432 »	210	— 8
E	461	400 »	138	— 61

L'attività dell'invertasi è alquanto aumentata per la diluizione con acqua (*A*) e con l'aumento dell'acidità (*B*), si è notevolmente ridotta nel liquido neutro (*C*) ed è diventata reversiva nei liquidi alcalini (*D* ed *E*).

Dopo 24 ore (i valori iniziali appartengono alla tabella β):

TABELLA ε.

	Zucchero riduttore		Invertasi		
				dopo 24 ore	
	iniziale	dopo 24 ore	iniziale	lorda	netta
A	465	710 $\left(\frac{1}{5}\right)$	144	816 $\left(\frac{1}{8}\right)$	+ 106
B	457	710 »	159	892 »	+ 182
C	444	750 »	185	728 »	— 22
D	440	660 »	210	952 »	— 92
E	461	530 »	138	656 »	— 126

In *A* l'enzima è diminuito (cfr. la tabella δ), in *B* e *D* è rimasto stazionario, in *D* è aumentato leggermente: in *C* non si capisce perchè, mentre a freddo inverte, a caldo reverte. Interessante è la inversione a freddo, la quale accadde anche nei liquidi alcalini, sebbene in minor grado (cfr. pag. 390). Il fosfato di sodio è dannoso all'invertasi assai più del carbonato.

Anche i liquidi culturali furono esaminati dopo 24 ore (31 maggio). A quest'uopo furono tolti ad ogni cultura 25 cmc. Il fungo non mostrava di aver sofferto in nessuna cultura.

TABELLA ζ.

	Acidità od alcalinità cmc. $^1/_{10}$ norm.	Zucchero			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	5. 8H	1450 $\left(\frac{1}{10}\right)$	570 $\left(\frac{1}{5}\right)$	880	800 $\left(\frac{1}{8}\right)$	+ 230
B	12. 8H	1412 »	525 »	887	738 »	+ 213
C	0. 6H	1462 »	530 »	932	432 »	— 98
D	7. 2OH	1412 »	510 »	902	480 »	— 30
E	7. 3OH	1475 »	515 »	960	560 »	— 45

Per facilitare il confronto con le tabelle precedenti, trascrivo qui i dati delle tabelle β, δ, ε e ζ:

TABELLA η.

	Variazione dell'attività dell'invertasi	Trasformazione dello zimogeno in enzima	Variazione dell'invertasi nel liquido di cultura
A (acqua)	da + 144 a + 255	da + 144 a + 106	da + 144 a + 230
B (acido)	» + 159 » + 271	» + 159 » + 182	» + 159 » + 213
C (neutro) . . .	» + 185 » + 70	» + 185 » — 22	» + 185 » — 98
D (alcalino)	» + 210 » — 8	» + 210 » — 92	» + 210 » — 30
E (»)	» + 138 » — 61	» + 138 » — 126	» + 138 » — 45

Da ciò si deduce, che vi fu secrezione abbastanza vivace in *A* (acqua), *B* (aumento di acidità) e *C* (liquido reso neutro), sebbene in quest'ultimo l'attività a caldo fosse reversiva, mentre l'enzima diminuì fortemente nei due liquidi alcalini. È la solita influenza dell'organismo su l'enzima secreto, che manca nei saggi asettici (colonna II) e di cui abbiamo già parlato. Anche qui dunque prevale l'influenza del medium su l'attività dell'enzima e su la sua formazione da lo zimogeno, di quel che l'influenza su la secrezione.

Subito dopo la su riferita analisi, a proposito della quale osserviamo anche, che in *C* era già cominciata la produzione di acido organico da parte del fungo, aggiunsi ad

A 50 cmc. di acqua . . . . . .: acidità resultante: circa 4. 9
B 35 » » potassa caustica 2. 0 norm. + 15 cmc. acqua: alcalinità » » 12. 8
C 23. 5 » » acido acetico 1. 0 » + 26. 5 » » : acidità » » 7. 2
D 39. 6 » $^1/_2$ » tartarico 1. 0 » + 10. 4 » » : » » » 6. 1
E 39. 6 » $^2/_3$ » fosforico 2. 0 » + 10. 4 » » : » » » 12. 2

Così i liquidi aumentarono da 275 a 325 cmc.; *B* da acido divenne altrettanto alcalino, *C* ritornò acido come prima della neutralizzazione, *D* ed *E* da alcalini divennero acidi. Il precipitato di solfato ammonio-magnesiaco si sciolse in *C*, *D* ed *E*; in *B* invece si formò in grande quantità.

Per calcolare di quanto rimasero diluite le sostanze ed attività determinate prima di queste aggiunte, moltiplichiamo i valori della tabella η per il fattore di diluizione: 0.8461:

TABELLA 0.

	Zucchero			Invertasi netta
	totale	essosio	saccarosio	
A	1228	482	746	+ 194.6
B	1195	444	751	+ 180.3
C	1237	448	789	— 82.9
D	1195	432	763	— 25.4
E	1248	436	812	— 38.1

Subito dopo le aggiunte furono tolti ad ogni cultura 25 cmc., di cui 5 furono mescolati subito con 5 cmc. di zucchero invertito al 40 % e cloroformio, poi lasciati in riposo alla temperatura ordinaria. Dopo 24 ore fu esaminato in questi saggi lo zucchero riduttore (prova di reversione a freddo):

TABELLA 1.

	Zucchero riduttore		Reversione
	iniziale	dopo 24 ore a 20°	
A	241 + 3600 = 3841	3520 $\left(\frac{1}{40}\right)$	— 321
B	222 + » = 3822	3600 »	— 222
C	224 + » = 3824	3480 »	— 344
D	216 + » = 3816	3600 »	— 216
E	218 + » = 3818	3640 »	— 178

Per seguire la trasformazione dello zimogeno in invertasi determinai l'attività inversiva a 55°, nei saggi tolti alle culture, subito dopo le aggiunte e dopo una dimora asettica in presenza di cloroformio alla temperatura della stanza (18-20°).

Subito dopo le aggiunte (valori iniziali tolti alla tabella θ):

TABELLA κ.

	Zucchero riduttore		Invertasi	
	iniziale	dopo un'ora a 56°	prima	dopo l'aggiunta
A	482	664 $\left(\frac{1}{8}\right)$	+ 194.6	+ 182
B	444	424 »	+ 180.3	— 20
C	448	488 »	— 82.9	+ 40
D	432	472 »	— 25.4	+ 40
E	436	552 »	— 38.1	+ 116

In *A* (aggiunta di acqua) l'attività diminuì leggermente, ciò che si spiega per la leggera diminuzione di acidità (cfr. pag. 401), in *B* (da acido ad alcalino) l'attività diminuì fortemente e diventò reversiva, in *C*, *D* ed *E* (da neutro od alcalino ad acido) da reversiva divenne inversiva ed in *E* aumentò fortemente (da fosfato basico di sodio ad acido fosforico) ciò che è in relazione con la maggior dissociazione dell'acido fosforico rispetto all'acido tartarico (*D*).

Dopo 24 ore (valori iniziali della tabella θ):

TABELLA λ.

	Zucchero riduttore		Invertasi		
	iniziale	dopo 24 ore a 20°	iniziale	dopo 24 ore a 20°	
				lorda	netta
A	482	630 $\left(\frac{1}{5}\right)$	+ 194.6	804 $\left(\frac{1}{8}\right)$	+ 174
B	444	580 »	+ 180.3	430 »	— 150
C	448	750 »	— 82.9	704 »	— 46
D	432	770 »	— 25.4	808 »	+ 38
E	436	520 »	— 38.1	612 »	+ 92

Mentre in *A*, come sempre, l'enzima diminuì un poco, negli altri l'attivazione dell'enzima fu proporzionale alla concentrazione ionica dei liquidi. In *B* (da acido ad alcalino) l'enzima diminuì un poco, ma divenne reversivo per le temperature elevate; in *C* (acido acetico) diminuì la sua proprietà reversiva; in *D* e ancor più in *E* divenne inversivo. In complesso però, tranne che per *B*, non pare si formasse nuovo enzima, se si considera la tabella κ. Un fatto degno di nota è che a temperatura bassa si ebbe inversione, per quanto debole, anche in *B* (liquido divenuto alcalino), come già prima (tabella ε) abbiamo osservato (cfr. pag. 400).

Anche i liquidi culturali furono esaminati dopo 24 ore. Il micelio pare non avesse sofferto in nessuna cultura; però in *B* si notava un leggero imbrunimento nelle ife inferiori.

TABELLA μ.

	Acidità o alcalinità totale	Zucchero riduttore			Invertasi	
		totale	riduttore	saccarosio	lorda	netta
A	5. 4H	1120 $\left(\frac{1}{10}\right)$	500 $\left(\frac{1}{5}\right)$	620	672 $\left(\frac{1}{8}\right)$	+ 172
B	13. 5OH	1122 »	469 »	653	440 »	— 29
C	8. 2H	1140 »	540 »	600	584 »	+ 44
D	8. 2H	1100 »	595 »	505	640 »	+ 45
E	12. 8H	1130 »	456 »	674	536 »	+ 80

Riunisco i dati paragonabili delle tabelle θ, $\varkappa$, λ e μ:

TABELLA ν

	Variazioni dell'attività dell'invertasi	Trasformazione dello zimogeno in enzima attivo	Variazioni dell'invertasi nel liquido di cultura
A (aggiunta di acqua) . .	da + 194. 6 a + 182	da + 194. 6 a + 174	da + 194. 6 a + 172
B (da acido ad alcalino) .	» + 180. 3 » — 20	» + 180. 3 » — 150	» + 180. 3 » — 29
C (da neutro ad acido). .	» — 82. 9 » + 40	» — 82. 9 » — 46	» — 82. 9 » + 44
D (da alcalino ad acido) .	» — 25. 4 » + 40	» — 25. 4 » + 38	» — 25. 4 » + 45
E (da alcalino ad acido) .	» — 38. 1 » + 116	» — 38. 1 » + 92	» — 38. 1 » + 80

Questo confronto ci permette di stabilire che in nessuna cultura avvenne secrezione di enzima, perchè gli aumenti o i cambiamenti di segno accaduti nella attività inversiva intracellulare si spiegano già con la corrispondente variazione nell'attività dell'enzima preesistente.

In *B* osserviamo al solito una distruzione di enzima che non si verificò in vitro (cfr. pag. 380).

In complesso questa variazione dei liquidi culturali ha dato gli stessi resultati della precedente, mutatis mutandis (cfr. tabella η). Per le variazioni di acidità od alcalinità del medium *non è la secrezione* dell'enzima che varia, ma soltanto l'attività di quello già secreto e la rapidità di formazione dell'enzima da lo zimogeno già secreto. Il cambiamento della reazione del medium da acida ad alcalina fa dimi-

nuire l'uno e l'altro fenomeno e fa diventare reversiva l'attività dell'enzima: il salto della reazione del substrato da alcalina ad acida o l'aumento di acidità provoca i fenomeni inversi.

VI Serie. — Influenza dell'aria, della narcosi, di agenti fisici.

Il 7 luglio fu seminato il fungo in 5 dei miei vasi da cultura, ognuno dei quali portava 300 cmc. di soluzione identica alla precedente. Dopo 6 giorni lo sviluppo era già assai avanzato in tutte le culture (temperatura: 22-26°).

Effetto di un abbassamento della temperatura a 0°. — Ad una cultura (*A*) furono tolti 30 cmc. alle 15.30 del 13 luglio, per un primo esame. Alle 15.40 la cultura fu immersa in bagno di ghiaccio fin sopra a l'anello di gomma (pag. 355). Dopo 2 ore e 30′ fu tolta ed esaminata nuovamente:

Tabella α.

	Acidità		Zucchero			Invertasi netta	Revertasi netta (*)
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio		
Prima del raffredd. .	1.7	7.2	1950 $\left(\frac{1}{10}\right)$	655 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1295	+ 113	— 887
Dopo il raffreddam. .	1.5	6.8	—	620 »	—	+ 228	— 1340

(*) La revertasi fu determinata a 56′ nel modo solito (pag. 376); i valori di revertasi si riferiscono a 5 cmc. di liquido originale, mentre tutti gli altri si riferiscono come sempre a 10 cmc.

È da escludersi, che nel breve tempo che durò il raffreddamento, sia accaduta una notevole trasformazione di proenzima in enzima: l'aumento indubbio dell'enzima, e precisamente tanto dell'attività inversiva, come dell'attività reversiva, mostra che il raffreddamento a 0° determinò una rapida secrezione d'invertasi (1).

Effetto di un'elevazione della temperatura a 42°. — Ad una seconda cultura (*B*) furono tolti in quel medesimo giorno 30 cmc. alle 15.0. Alle 15.10 la cultura fu immersa fino al margine inferiore dell'anello di gomma in un grande bagnomaria termoregolato a 42°. Alle 17h 40′ (dopo 2 ore e 30′) la cultura fu tolta dal bagno ed esaminata.

Tabella β.

	Acidità		Zucchero			Invertasi netta	Revertasi netta
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio		
Prima del riscaldam. .	1.8	8.5	1577 $\left(\frac{1}{10}\right)$	640 $\left(\frac{1}{5}\right)$	937	+ 240	— 880
Dopo il riscaldamento.	1.6	8.5	—	660 »	—	— 124	— 610

(1) Su l'effetto delle basse temperature su lo sviluppo del *Mucor Mucedo*, vedi Chodat, *Bull. Herbier Boissier*, 1896, pp. 890-897.

L'enzima è diminuito, si è distrutto in parte per la temperatura già elevata, ed è diventato reversivo anche nelle soluzioni ricche di saccarosio; il solito effetto che produce il riscaldamento (1). La mancanza del saggio in vitro non permette di giudicare se vi fu secrezione di nuovo enzima, a mano a mano che il vecchio si distruggeva.

Esposizione alla luce solare. — Il 16 luglio, ad un'altra cultura furono tolti 30 cmc., poi la cultura fu esposta al sole, dietro una grande cuvetta piena di acqua, alle 11.45 e tolta alle 16.46, cioè dopo 5 ore di insolazione diretta. Il cielo era perfettamente sereno, l'aria però alquanto mossa, così che l'atmosfera interna della cultura non si riscaldò oltre 32° 5 (termometro a massimo).

TABELLA γ.

	Acidità		Zucchero			Invertasi netta	Revertasi netta
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio		
Prima dell'insolazione.	1. 1	7. 7	2116 $\left(\frac{1}{10}\right)$	600 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1516	+ 192	— 660
Dopo l'insolazione. . .	1. 5	8. 5	—	710 »	—	— 300	— 995

L'enzima aumentò fortemente nel liquido culturale, ma acquistò la proprietà di revertire a caldo anche a contatto della soluzione concentrata di saccarosio; però a freddo non poteva essere così, perchè in quelle 5 ore aumentò lo zucchero invertito nel liquido culturale. Dunque la luce forte al pari dell'elevata temperatura fece diventare reversivo l'enzima, ma non lo distrusse, o per lo meno determinò una secrezione di enzima superante lo sciupìo di quello già esistente (2).

Sostituzione di un'atmosfera di acido carbonico all'aria. — Il 16 luglio tolsi 30 cmc. ad una quarta cultura (*D*) e poi, dalle 10.45 alle

(1) Su l'alterazione dell'attività degli enzimi a temperatura elevata, vedi DAVIS e LING, *Chemiker-Ztg.*, XXVII, p. 1257 (1903); CHODAT e ROUGE, *Centr. f. Bakteriol.*, XVI, p. 1, (1906). Cfr. CZAPEK, *l. c.*, I, p. 76, (1904).

(2) Probabilmente la trasformazione dell'enzima invertente in enzima sintetico per azione della luce, similmente a ciò che succede per azione della temperatura elevata, è la causa della diminuzione dell'attività di un enzima esposto ad una forte luce. Vedi osservazioni di questo genere in GREEN, *Philos. Trans.*, 1893; MARINO e SERICANO, *Atti Soc. Ligustica*, XVI, p. 46, (1905); DUCLAUX, *Microbiologie*, II, (1899); CZAPEK, *l. c.*, I, p. 77, (1904). Però GILLOT, *Bull. Acad. Royal d. Belgique*, XL, p. 863, (1900), ha osservato che la luce influenza anche l'inversione per acidi.

16.45 (6 ore) feci passare una corrente di acido carbonico lavato. L'esame del liquido culturale prima e dopo la sottrazione dell'aria dette i seguenti valori:

TABELLA δ.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	Revertasi
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	netta	netta
Prima dell'asfissia. .	1.0	5.0	2233 $\left(\frac{1}{10}\right)$	750 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1483	+ 10	— 855
Dopo l'asfissia. . . .	1.5	5.0	—	755 »	—	+ 63.8	— 807

In questo caso ci fu una leggera secrezione di enzima, il quale conservò la sua proprietà inversiva anche a caldo.

Narcosi. — Ad una cultura (*E*) furono tolti 30 cmc. e poi aggiunti 25 cmc. acqua + 5 cmc. di *cloroformio*. Dopo 2ᵘ 30′ fu esaminato nuovamente il liquido culturale:

TABELLA ε.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	Revertasi
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	netta	netta
Prima della narcosi. .	1.0	7.1	1991 $\left(\frac{1}{10}\right)$	620 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1371	0	— 870
Diluizione	—	—	—	558 »	—	—	— 783
Dopo la narcosi. . . .	0.6	6.5	—	540 »	—	+ 130	— 950

L'afflusso del narcotico produsse forte secrezione di enzima, il quale conservò le sue proprietà inversive a caldo, pure essendo aumentata anche l'attività reversiva per le date condizioni in cui questa poteva esplicarsi.

Siccome in questa esperienza non avevo tenuto conto delle possibili variazioni dell'enzima nel liquido culturale indipendentemente da l'attività secretoria del fungo, così ripetei le prove con una metodica simile a quella tenuta nelle serie di esperienze precedenti.

Per queste esperienze servirono (il 19-20 luglio) le stesse culture adoperate prima, tranne *E*, che fu sostituita da un'altra cultura parallela (*F*) non ancora adoperata.

Ad ogni cultura furono tolti 40 cmc. di cui 30 servirono per le analisi e gli altri 10 cmc. furono esposti accanto alla cultura

stessa al trattamente speciale. Finito questo, fu determinato nelle culture e nei campioni in vitro lo zucchero e le attività dell'enzima.

Soggiorno di 2 ore e mezzo in bagno di ghiaccio.

	Acidità		Zucchero			Invertasi netta	Revertasi netta
	forte	totale	totale	saccarosio	riduttore		
			Nella cultura.				
Prima del raffredd. .	1.4	6.7	1854 $\left(\frac{1}{10}\right)$	630 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1234	+ 205	— 990
Dopo il raffreddam. .	1.4	6.8	—	640 »	—	+ 408	— 1278
			Nel saggio in vitro.				
Prima del raffredd. .	—	—	—	630 $\left(\frac{1}{5}\right)$	—	+ 205	— 990
Dopo il raffreddam. .	—	—	—	638 »	—	+ 216	— 1068

L'aumento d'invertasi nel liquido in vitro fu insignificante di fronte all'aumento nel liquido culturale: l'aumento del potere reversivo però fu abbastanza notevole anche nel saggio in vitro. In conclusione il raffreddamento a 0° produsse una reale e rapida secrezione di enzima.

Soggiorno di 2 ore e mezzo in bagno a 42°.

	Acidità		Zucchero			Invertasi netta	Revertasi netta
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio		
			Nella cultura.				
Prima del riscaldam. .	1.9	9.2	1508 $\left(\frac{1}{10}\right)$	710 $\left(\frac{1}{5}\right)$	798	+ 58	— 224
Dopo il riscaldam. . .	1.8	9.4	—	730 »	—	— 237	— 296
			Nel saggio in vitro.				
Prima del riscaldam. .	—	—	—	710 $\left(\frac{1}{5}\right)$	—	+ 58	— 224
Dopo il riscaldam. . .	—	—	—	722 »	—	— 63	— 190

Nel saggio in vitro l'enzima diventò completamente reversivo, ma non crebbe nè diminuì; nel liquido culturale diventò pure reversivo, ma aumentò; quindi si ebbe secrezione.

Esposizione di 5 ore alla luce solare (temp. mass.: 33.8°)

	Acidità		Zucchero			Invertasi netta	Revertasi netta
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio		
			Nella cultura.				
Prima dell'insolaz. .	1.3	7.9	2040 $\left(\frac{1}{10}\right)$	757 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1283	+ 118	— 714
Dopo l'insolazione. .	1.6	8.8	—	813 »	—	— 372	— 1237
			Nel saggio in vitro.				
Prima dell'insolaz. .	—	—	—	757 $\left(\frac{1}{5}\right)$	—	+ 118	— 714
Dopo l'insolazione. .	—	—	—	786 »	—	— 27	— 131

Nel saggio in vitro l'enzima per la forte illuminazione non solo è diventato completamente reversivo, ma si è distrutto profondamente: nella cultura invece troviamo fortemente aumentato l'enzima, sebbene sia diventato reversivo; quindi la secrezione fu vivace, assai più vivace che nelle prove precedenti.

Sostituzione dell'acido carbonico all'aria per 8 ore.

	Acidità		Zucchero			Invertasi netta	Revertasi netta
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio		
			Nella cultura.				
Prima dell'asfissia . .	1.3	6.8	2160 $\left(\frac{1}{10}\right)$	760 $\left(\frac{1}{2}\right)$	1400	+ 76	— 706
Dopo l'asfissia	1.4	6.6	—	766 »	—	+ 198	— 610
			Nel saggio in vitro.				
Prima dell'asfissia . .	—	—	—	760 $\left(\frac{1}{2}\right)$	—	+ 76	— 706
Dopo l'asfissia	—	—	—	768 »	—	+ 84	— 700

L'aumento dell'attività inversiva fu maggiore nella cultura che in vitro, quindi dovette esservi una secrezione abbastanza rapida; ma non si capisce perchè nella cultura l'enzima perdette in parte la facoltà di revertire.

Azione di cloroformio per 4 ore.

	Acidità		Zucchero			Invertasi	Revertasi
	forte	totale	totale	riduttore	saccarosio	netta	netta
			Nelle culture.				
Prima della narcosi .	1.2	6.5	1818 $\left(\frac{1}{10}\right)$	630 $\left(\frac{1}{5}\right)$	1188	+ 174	— 816
Diluizioni	—	—	—	567 »	—	+ 156.6	— 734.5
Dopo la narcosi . . .	0.9	6.3	—	570 »	—	+ 312	— 873
			Nei saggi.				
Prima della narcosi .	—	—	—	567	—	+ 156.6	— 734.5
Dopo la narcosi . . .	—	—	—	572	—	+ 164	— 748

L'aumento dell'enzima nel liquido culturale fu ben più forte che nei saggi in vitro; la secrezione è indubbia (1).

In conclusione, l'abbassamento della temperatura a 6° (fin verso il minimo), l'elevazione a 42° (quasi al massimo), l'insolazione diretta, la sostituzione dell'acido carbonico all'aria, l'azione narcotica del cloroformio hanno provocato una secrezione rapida di enzima, il quale in certi casi ha conservato l'attività invertasica (freddo, acido carbonico, cloroformio), in altri ha acquistato forte proprietà revertasica (temperatura elevata, insolazione).

Riassunto.

1. Per studiare la secrezione degli enzimi, i *Mucor* si prestano più dei lieviti, perchè in questi le cellule sospese nel liquido culturale possono turbare le determinazioni. Per coltivare i *Mucor* si è fatto uso d'uno speciale vaso di cultura, il quale permette di togliere i saggi senza toccare menomamente il micelio e di allontanare questo dal vaso di cultura senza offenderlo.

2. L'attività invertasica nei liquidi culturali di *Mucor Mucedo* (anche di *Mucor stolonifer*) aumenta rapidamente dopo l'afflusso di alcool, glicerina, cloruro di calcio, diminuisce a l'aggiunta di saccarosio e di cloruro sodico; il glucosio ha poco effetto.

(1) Tanto più che il cloroformio secondo Fokker, *Centr. f. mediz. Wiss.*, 1891, p. 454; Dubs, *Virchow's Archiv f. pathol. Anat.*, CXXXIV, p. 579 (1893), Hérissey, *Recherches sur l'émulsine*, Paris, 1899 ecc., frena leggermente l'azione degli enzimi.

O' Sullivan, *Journal of chem. Society*, LXIX, p. 935 (1892) ha poi mostrato che l'afflusso di etere modifica la permeabilità della membrana plasmica, in modo che l'enzima è costretto ad uscire.

3. Ma la semplice determinazione dell'invertasi nel liquido culturale non basta per seguire l'andamento della secrezione, perchè qualsiasi sostanza che si faccia arrivare a contatto del micelio può agire:

a) su la secrezione dell'enzima attivo;

b) su la secrezione dello zimogeno dell'invertasi:

c) su la rapidità od ampiezza di trasformazione dello zimogeno in enzima attivo, (attivazione dell'enzima);

d) su l'attività dell'enzima già esistente, la quale a sua volta può variare:

α) per esaltazione del potere inversivo dell'enzima;

β) per cambiamento dell'attività reversiva o viceversa, senza variazione della quantità ed attività dell'enzima.

La considerazione di questi fattori ha portato ai seguenti risultati (*Mucor Mucedo*):

4. L'alcool, la glicerina, la caffeina (sostanze plasmoliticamente *permeabili*) affrettano la secrezione, ma anche l'azione e l'attivazione dell'enzima; l'urea però, altra sostanza permeabile, frena un po' l'azione, non ha effetto su l'attivazione e frena la secrezione.

5. Il saccarosio, il glucosio, la mannite, l'asparagina (sostanze impermeabili) frenano la secrezione a segno, che anche aggiunte dopo le precedenti sostanze (permeabili) arrestano l'uscita d'invertina dal fungo. In questo caso dunque si può far in modo che il fungo freni la secrezione dell'enzima. Se ciò è in relazione con l'impermeabilità delle sostanze, non vorrei nè potrei assicurarlo, perchè tanto la mannite, come l'asparagina si comportano diversamente dai due zuccheri quanto a l'influenza su le diverse componenti del processo (particolari a pag. 376).

6. Le quattro suddette sostanze *permeabili*, aggiunte dopo le dette sostanze impermeabili, non sono capaci a determinare una nuova secrezione; la loro azione si limita ad accelerare la trasformazione dello zimogeno già secreto in enzima attivo e ad esaltare l'azione dell'enzima; l'effetto resultante è però anche in questo caso un aumento (apparente) di secrezione dell'invertasi nel liquido culturale.

7. I colloidi (peptone, gomma arabica, gelatina, agar, amido solubile) frenano potentemente la secrezione (cfr. il lavoro precedente) e favoriscono la trasformazione della invertasi in revertasi. Questo secondo fatto ha una grande importanza biologica, perchè il protoplasma è un substrato colloidale; qui dunque saranno favorite le sintesi, mentre nel succo cellulare acquoso saranno favorite le idrolisi (anche per effetto della reazione alcalina, risp. acida), e difatti i protoplasti crescenti, quelli cioè in cui le sintesi predominano su

le idrolisi, sono zeppi di protoplasma, che poi s'assottiglia col passaggio della cellula a lo stato adulto. I diversi colloidi hanno poi una diversa influenza su l'attivazione e l'azione dell'enzima (particolari a pag. 384).

8. Quanto a gli elettroliti, non mi è riuscito stabilire una relazione netta fra permeabilità ed influenza su la secrezione. Tanto i sali permeabili (d'ammonio: tartrato, nitrato, cloruro), come i sali impermeabili (nitrato di potassio, cloruro di sodio, cloruro di calcio) determinarono un aumento di secrezione, mentre la frenarono tanto l'acetato d'ammonio (permeabile) come il solfato di magnesio (impermeabile). Pare che nell'azione dei sali influisca l'assorbimento ineguale dei loro ioni, che fa variare l'acidità del substrato. I diversi sali influenzano diversamente l'azione, l'attivazione, la reversione dell'enzima (particolari a pag. 388-397).

9. Quanto all'afflusso di basi ed acidi liberi fu osservato lo stesso svolgimento di processi facendo arrivare prima la base e poi l'acido, o viceversa. L'azione di queste sostanze eminentemente permeabili si estrinseca però di più su l'attività dell'enzima già secreto e su la rapidità di formazione dell'enzima da lo zimogeno già secreto, che su la secrezione. Così il cambiamento della reazione del substrato da acida ad alcalina fa diminuire l'uno e l'altro fenomeno e fa diventare reversiva l'attività dell'enzima; il salto della reazione del substrato da alcalina ad acida o l'aumento di acidità provoca i fenomeni inversi.

10. L'abbassamento della temperatura a 0° (fin verso il minimo), l'elevazione a 42° (quasi fino al massimo), l'insolazione diretta, la sostituzione dell'acido carbonico all'aria, l'azione narcotica del cloroformio provocano una secrezione rapida di enzima. Questo in certi casi conserva l'attività invertasica (freddo, acido carbonico, cloroformio), in altri acquista forti proprietà revertasiche (temperatura elevata, insolazione).

11. È poi un fatto generale, che il *Mucor* non solo può frenare od arrestare l'uscita di enzima, ma in certi casi, o quasi sempre ad una certa età, fa sparire una parte più o meno grande dell'enzima che già era secreto ed attivo nel liquido culturale. Siccome ciò non succede nel medesimo liquido culturale allontanato dal fungo, nel quale continua sempre la trasformazione del proenzima in enzima, così bisogna ammettere che il fungo neutralizzi o distrugga in un modo qualsiasi l'enzima estracellulare, ciò che esso potrebbe raggiungere con due mezzi, con la secrezione già nota di enzima reversivo, oppure con la secrezione di una antinvertasi (molto probabilmente sono la stessa cosa). Tale importantissima questione mi riserbo di trattare in seguito.

12. In conclusione, una relazione, sebbene molto vaga, fra permeabilità ed influenza su la secrezione si può constatare solo per gli anelettroliti.

Ciò non ostante mi pare di essere riuscito a stabilire che l'emissione d'invertasi dal micelio unicellulare di *Mucor Mucedo* è una vera secrezione, un processo vitale, che l'organismo può autoregolatamente aumentare o diminuire secondo le influenze del substrato.

Ma riconosco di essere ancora ben lontano dall'avere un'idea quantitativa di queste influenze, ciò che può avere per lo meno tre cause: 1° qualsiasi sostanza agisce di più sull'attività e l'attivazione dell'enzima che su la secrezione; 2° la quantità in peso di enzima secreto è minima; 3° l'enzima è solubile nei lipoidi. Se aggiungiamo la facilità con cui l'invertasi diventa revertasi, la sua delicatezza di fronte agli ioni ed alla pressione osmotica della soluzione, l'assorbimento capillare e superficiale fra le ife del micelio, la sua lenta diffusione nei diversi strati di liquido culturale ecc., ne abbiamo già abbastanza per temere di dover abbandonare anche noi il difficile problema della secrezione degli enzimi, a cui noi uomini, saprofiti al pari dei funghi, dobbiamo la conservazione vegetativa del nostro corpo.

Roma, Laboratorio di Fisiologia del R. Istituto Botanico, agosto 1905.

Riviste

G. Haberlandt. — **Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perzeption mechanischen Reize.** — 2ª edizione aumentata. Un volume di pagine VIII-207. — Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1906. Prezzo 11 marchi.

Appena riconosciuto che anche le piante sono sensibili agli stimoli che dall'esterno possono esercitarsi sopra di esse, si è subito pensato che dovessero essere dotate di una sensibilità analoga a quella degli animali; il fisiologo considera la cosa da un punto di vista diverso dal naturalista; per esso la sensazione è un processo fisiologico, il quale può avere luogo senza che perciò le funzioni dei sensi siano circoscritte a determinati organi, i quali avrebbero il solo, o per lo meno, il principale scopo di percepire gli stimoli esterni. E secondo esso, le piante non possederebbero organi dei sensi specifici, simili a quelli degli animali, salvo rarissime eccezioni. Ma l'osservazione imparziale permette senz'altro di concludere che, allo stesso modo che negli animali più elevati la progressiva divisione del lavoro ha condotto alla formazione di organi dei sensi sempre più complessi, anche nelle piante *più sviluppate* colla esigenza ognora crescente e differenziata alla facoltà di percezione degli stimoli, andava unita la necessità di formazione di organi dei sensi speciali corrispondenti.

Infatti le piante, specie quelle più sviluppate, possiedono degli organi dei sensi effettivi, e in modo più generico delle disposizioni destinate a percepire gli stimoli esterni; e se la cosa è poco conosciuta, dipende dal fatto che in passato poca attenzione vi si è portata, anche pel pregiudizio che, secondo Aristotile, i sensi costituirebbero negli animali uno dei caratteri più importanti che li distin-

gue dalle piante, pregiudizio che Simmaco con tutta la forza della sua grande autorità, aveva a tanti secoli di distanza consacrato. Haberlandt da molti anni ha fatto oggetto delle sue ricerche lo studio degli organi o apparecchi nelle piante atti a percepire le sensazioni, e noi abbiamo già avuto occasione di parlare di un altro suo libro nel quale studiava appunto i sensi della vista nelle foglie delle piante. Il volume che ora annunciamo è dedicato allo studio di quella categoria di disposizioni o organi dei sensi nel regno vegetale, che servono alla percezione di stimoli meccanici, urto, sfregamento, toccamento, e simili. Questi stimoli possono dare luogo negli organi che affettano a movimenti meccanici od a processi morfogenetici; l'A. si occupa solamente dei primi effetti.

Il suo libro vide la luce nel 1901, ed ora, dopo appena cinque anni, ci si presenta in una seconda edizione riveduta ed aumentata di altre osservazioni, estese a parecchie piante prima non esaminate, cosicchè il volume del libro è cresciuto di oltre un quinto, e le tavole in numero di 6 nell'edizione primitiva, sono diventate 9. L'opera è quindi, si può dire, rinnovata.

Il D. Haberlandt premette alcuni cenni storici, i quali non risalgono molto addietro, poichè è solamente dalla metà circa del secolo decimonono che si è cominciato a portare l'attenzione su questi fenomeni: dapprincipio senza rendersi ben ragione della loro essenza, ma poi poco a poco lo studio ha acquistato corpo, le idee si sono chiarite, ed una volta messi sulla buona via, i progressi furono notevoli, specialmente per opera di Ch. Darwin, Pfeffer, W. Rabsch, Ferd. Cohn ed altri ancora. L'A. tiene conto di tutte queste ricerche e in ogni caso da lui osservato, ne fa un'esposizione critica precisa: cosicchè prima di passare ad esporre le proprie osservazioni, mette il lettore al corrente di ciò che esiste, dopo di che procede con maggiore sicurezza.

Egli esamina dapprima la sensibilità degli stami nelle piante seguenti: *Opuntia vulgaris*, *Cereus speciosissimus*, *Portulaca grandiflora*, *Berberis vulgaris*, *Mahonia aquifolium*, *Abutilon striatum*, *Centaurea cyanus*, *C. jacea*, *C. orientalis*, *C. montana*, *Alfredia cernua*, *Onopordon acanthium*, *Echinops exaltatus*, *Xeranthemum annuum*, *Sparmannia africana*, *Helianthemum vulgare* e *Mesembryanthemum pyropeum*. Indi la sensibilità dello stimma, del pistillo e del ginostema, in *Goldfussia anisophylla*, *Mimulus luteus*, *Arctotis calendulacea*, *Catasetum*, *Mormodes buccinator* e *Stylidium*.

Passa quindi al perianto di *Masdevellia muscosa* e di sei specie di *Eterostylis*: indi alle foglie di *Mimosa pudica*, e *M. Spegazzinii*, di *Biophytum sensitivum* e *B. proliferum*; poi ai viticci di *Adlu-*

mia cirrhosa, *Corydalis clariculata*, *Clematis viticella*, *C. vitalba*. *Entada scandens*, *Ecremocarpus scaber*, di alcune Cucurbitacee, di *Urcillea ferruginea*, *Paullinia sorbilis* e *Hippocratea paniculata*.

In un libro che tratta dei sensi dei vegetali, non potevano mancare le piante insettivore, e infatti l'A. dedica un paragrafo speciale allo studio degli organi dei sensi in *Drosera* e *Drosophyllum*, *Aldrovandia vesiculosa* e *Dionaea muscipula*.

Da questo breve cenno si scorge quanto vasta è la materia trattata e ci duole che la mancanza di spazio non ci permetta di entrare in maggiori particolari, il cui interesse sarebbe certo vivissimo. L'autore termina con un capitolo nel quale fa una rassegna dei vari organi studiati e li qualifica in 4 gruppi: puntini od occhi, papille, peli e setole. Le setole delle Mimose e le appendici a sporgenza degli stami di *Sparmannia africana*, le antenne di *Catasetum*, ed altri organi, non trovano posto nella classificazione suddetta e vengono considerati dall'A. come eccezioni; ma ciò è una prova della grande varietà e della molteplicità di organi sensibili a stimoli meccanici, di cui sono dotati i vegetali.

In paragrafi speciali Haberlandt esamina le proprietà caratteristiche degli stimoli meccanici, i principî fondamentali della struttura degli organi studiati, la trasmissione delle sensazioni e termina, dopo alcune osservazioni filogenetiche, con un breve confronto fra gli organi dei sensi per stimoli meccanici degli animali e delle piante, da cui rilevasi la grande affinità fra i medesimi, e la perfezione degli organi vegetali che non sono punto da meno di quelli animali; anzi l'organo del senso del tatto sembrerebbe assai più perfetto in quelli che in questi.

L'A. nella sua trattazione è breve ma chiaro, preciso, senza divagazioni; le ricerche sono condotte con vero rigore scientifico; le osservazioni e conclusioni che ne tira, sono esposte con rara modestia, cosicchè il libro è di una lettura facile e molto interessante.

Teramo, li 30 ottobre 1906.

GAETANO CRUGNOLA.

Notizie ed Appunti

La Società Botanica italiana ha iniziata la pubblicazione della *Flora italica cryptogama* già annunciata fin dall'aprile 1902.

Della *Pars I:* **Fungi** sono usciti: il vol. I, fasc. 1° *Elenco bibliografico della micologia italiana* compilato dal Dott. G. B. Traverso; ed il vol. II, fasc. 1° comprendente parte delle *Pyrenomyceteae* pure lavoro del Dott. G. B. Traverso.

I due fascicoli costano L. 15,25 per i sottoscrittori di tutta l'opera, L. 18,30 per gli altri.

Per la sottoscrizione e l'acquisto rivolgersi alla *Presidenza della Società Botanica italiana*, piazza S. Marco, 2, Firenze.

È stato completato l'*Index Filicum* di Carl Christensen. Hafniae 1906 ap. H. A. Hagerup. L. 58. È importante opera, indispensabile a chi si occupa dello studio delle Felci. Consta di tre parti. Nella prima parte si trova l'enumerazione sistematica dei generi, coi sinonimi disposti cronologicamente e sistematicamente. La seconda comprende l'enumerazione alfabetica dei generi e delle specie (23,500 nomi). La terza parte è costituita dalla bibliografia, colla enumerazione alfabetica e sistematica delle opere nelle quali si descrivono nuovi generi e nuove specie di felci.

Il Prof. Ermanno Giglio-Tos ha iniziata la pubblicazione del periodico trimestrale « **Biologica** ». Si accettano scritti in qualsiasi lingua che convergano alla maggior conoscenza dei fenomeni della vita e alla soluzione dei grandi problemi biologici. Editore Hans Rinck, via Po, n. 11. Torino. Abbonamento per l'Italia L. 16, per l'estero L. 18.

È stata completata la *Flora friulana*, con speciale riguardo alla Carnia, di Luigi e Michele Gortani. 3 volumi di pp. XVI-746 con carta botanica della regione. Prezzo L. 15. Dirigersi all'ing. Luigi Gortani, Tolmezzo (Udine).

Col fascicolo settimo del volume terzo, testè pubblicato, si è compiuta la *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limithrophes* dell'Abbé H. Coste, edita dalla casa Paul Klincksieck, 3, Rue Corneille, Paris, VI. Prezzo L. 70.

L'opera rimarchevole, e molto utile anche per gli italiani, consta di tre volumi con un complesso di 1950 pagine e 4354 figure, le quali, collocate accanto alle descrizioni, raggiungono assai opportunamente il loro scopo.

In fine al volume terzo si trovano: *Additions et corrections* ai tre volumi (pp. 715-724) e la *table alphabétique* dei tre volumi.

Lo stesso editore ha pubblicato: *Arboretum national des Barres ou Énumération des végétaux ligneux indigènes et exotiques qui y sont cultivés*, par L. Pardé, 400 pp. di testo, 95 tavole e 22 piante. L. 25.

L'editore Paul Parey ha pubblicato la parte X delle *Botanische Wandtafeln* di L. Kny, cioè le tavole 101-105. È una nuova serie, in formato più grande delle precedenti (106-150 cm.). Sono illustrate: *Drosera rotundifolia*, *Mimosa pudica*, *Spirogyra setiformis*, *Cuscuta trifolii*, *Berberis vulgaris*.

Il Dott. Ad. Toepfer (München, Bayern, Blütenstr. 14) pubblica *Salicetum exsiccatum*. Il 1° fascicolo comprende i nn. 1-50 e costa Mk. 25.

Pubblicazioni notevoli: Diels L. *Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich*. Berlin 1906. Gebrüd. Borntraeger.

Nemec B. *Studien ueber die Regeneration*. Berlin 1906. Gebrüder Borntraeger.

Sernander R. *Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren*. K. Sv. Vetenskapsakad. Handl. B. 41, N. 7; mit 11 Taf. u. 29 textfig.

Wieland G. R. *American Fossil Cycads*. Public. of Carnegie Institution, 1906, con 50 tav. e numerose figure nel testo.

GERTZ Otto. *Studier öfver Anthocyan.* Lund, 1906.

GOSIO B. *Studii sulle bioreazioni dell'arsenico, tellurio e selenio e loro applicazioni pratiche.* Roma, 1907, con 4 tav.

La *Carnegie Institution* di Washington ha già pubblicato sette scritti relativi a lavori eseguiti nella importante *Station for experimental evolution* diretta da C. B. DAVENPORT.

I lavori che, finora, riguardano specialmente il campo zoologico, sono tutti interessanti, trattando questioni di eredità, ecc. studiate sperimentalmente.

Il Dott. BIAGIO LONGO, già primo assistente nel R. Istituto Botanico di Roma è stato nominato, per effetto di concorso, professore di botanica e direttore dell'Orto Botanico nella R. Università di Siena.

Il Dott. DOMENICO DI PERGOLA è stato nominato aiuto preparatore nel R. Istituto Botanico di Roma.

Sono morti: il barone CHARLES B. CLARKE il 25 agosto 1906; il Dott. HARRY MARSHAL WARD il 26 agosto: C. A. F. A. OUDEMANS; il Dott. E. PFITZER.

R. P.

Vol. V. [pubblicato il 20 aprile 1907] Fasc. 3°

ANNALI DI BOTANICA

PUBBLICATI

DAL

Prof. ROMUALDO PIROTTA

Direttore del R. Istituto e del R. Orto Botanico di Roma

Prezzo del presente fascicolo: L. 11.

INDICE

De Toni G. B. — *Spigolature Aldrovandiane*, pag. 421.

Gola G. — *Studi sulla funzione respiratoria nelle piante acquatiche*, pag. 441.

Cortesi F. — *Orchidacee nuove o critiche*, pag. 539.

— *Studî critici sulle Orchidacee romane*, pag. 547 (con due figure nel testo) (Tav. VI).

Bruschi D. — *Ricerche sulla vitalità delle cellule amilifere degli endospermi delle Graminacee*, pag. 569.

Cermenati M. — *Intorno al "Mappello" di Leonardo da Vinci*, p. 607.

Longo B. — *Contribuzione alla Flora dei monti del Cilento (Salernitano)*, pag. 653.

Riviste, pag. 657.

ROMA

TIPOGRAFIA ENRICO VOGHERA

1907

Gli **Annali di Botanica** si pubblicano a fascicoli, in tempi non determinati e con numero di fogli e tavole non determinati. Il prezzo sarà indicato numero per numero. Agli autori saranno dati gratuitamente 25 esemplari di estratti. Si potrà tuttavia chiederne un numero maggiore, pagando le semplici spese di carta, tiratura, legatura, ecc.

Gli autori sono **responsabili** della forma e del contenuto dei loro lavori.

N.B. — Per qualunque notizia, informazione, schiarimento, rivolgersi al prof. R. Pirotta, R. Istituto Botanico, Panisperna, 89 B. — ROMA.

Il presente fascicolo 3° degli ANNALI è errato nella numerazione delle pagine, che doveva cominciare col n. 425, invece di 421.

di Luca Ghini

LIBRARY NEW YORK BOTANICAL GARDEN.

Com'è ben noto (1), deve attribuirsi al Granduca Cosimo I il merito d'avere istituito nell'Università di Pisa una cattedra per la *Lettura dei medicamenti semplici*, per la quale, andati a vuoto i tentativi di avere come lettore Leonardo Fuchs, in quell'epoca per la fama delle sue opere eccellente fra i conoscitori delle piante, ottenne nel 1544 (2) la venuta da Bologna del celebre professore Luca Ghini, che in quest'ultima città aveva tenuto con onore la *Lectura Practicae Medicinae in tertiis* dal 1527-28 al 1531-32, la *Lectura Medicinae ordinariae in vesperis* nel 1532-1533 e la *Lectura de Simplici-*

(*) Spigolature Aldrovandiane. I. *I placiti di Luca Ghini nei manoscritti Aldrovandiani di Bologna;* II. *Scritti Aldrovandiani nella Biblioteca Ambrosiana di Milano* (Comunicazione [tuttora inedita] al Congresso dei Naturalisti italiani in Milano, settembre 1906); III. *Nuovi dati intorno alle relazioni tra Ulisse Aldrovandi e Gherardo Cibo* (Memorie della R. Accad. di scienze, lett. ed arti in Modena, ser. III, vol. VII, sez. Lettere, 1907); IV. *Il viaggio e le raccolte botaniche di Ulisse Aldrovandi ai Monti Sibillini nel 1557* [in corso di stampa]; V. *Ricordi d'antiche collezioni veronesi nei manoscritti Aldrovandiani* [id.].

(1) Cfr. Targioni-Tozzetti G. — *Notizie sulla storia delle scienze fisiche in Toscana*, p. 191-193; Firenze, 1852, Tip. Galileiana di M. Cellini e C., 4°.

(2) Cfr. l'interessante documento [pubblicato in Arcangeli G. — *Brevi notizie sull'orto pisano* (Bollettino della Soc. botan. italiana 1900, p. 171)] tratto dal ms. « Zibaldone » nell'archivio dell'Università di Pisa: « Nota delli dottori che leggono quest'anno nello studio di Pisa et lor salarj; M.° Luca Ghini da Imola semplicista, *et già si li è mandato li denari per condursi* [da Bologna] Sc. 250 ». L'anno scolastico incominciando col 1° novembre, è al 1° novembre 1544 che si può, io credo, fissare la data di venuta del Ghini a Pisa, visto che egli fu a Bologna professore nell'anno scolastico 1543-44 (cioè fino al 31 ottobre 1544).

MAY 13 1907

Gli **Annali di Bot**
tempi non deter
vole non determi
per numero. Agli autori saranno dati gratuitamente 25 esemplari di estratti. Si potrà tuttavia chiederne un numero maggiore, pagando le semplici spese di carta, tiratura, legatura, ecc.

Gli autori sono **responsabili** della forma e del contenuto dei loro lavori.

N.B. — Per qualunque notizia, informazione, schiarimento, rivolgersi al prof. R. Pirotta, R. Istituto Botanico, Panisperna, 89 B. — ROMA.

Spigolature Aldrovandiane

del prof. G. B. De Toni

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

VI. (*) — Le piante dell'antico Orto Botanico di Pisa ai tempi di Luca Ghini

Com'è ben noto (1), deve attribuirsi al Granduca Cosimo I il merito d'avere istituito nell'Università di Pisa una cattedra per la *Lettura dei medicamenti semplici*, per la quale, andati a vuoto i tentativi di avere come lettore Leonardo Fuchs, in quell'epoca per la fama delle sue opere eccellente fra i conoscitori delle piante, ottenne nel 1544 (2) la venuta da Bologna del celebre professore Luca Ghini, che in quest'ultima città aveva tenuto con onore la *Lectura Practicae Medicinae in tertiis* dal 1527-28 al 1531-32, la *Lectura Medicinae ordinariae in vesperis* nel 1532-1533 e la *Lectura de Simplici-*

(*) Spigolature Aldrovandiane. I. *I placiti di Luca Ghini nei manoscritti Aldrovandiani di Bologna;* II. *Scritti Aldrovandiani nella Biblioteca Ambrosiana di Milano* (Comunicazione [tuttora inedita] al Congresso dei Naturalisti italiani in Milano, settembre 1906); III. *Nuovi dati intorno alle relazioni tra Ulisse Aldrovandi e Gherardo Cibo* (Memorie della R. Accad. di scienze, lett. ed arti in Modena, ser. III, vol. VII, sez. Lettere, 1907); IV. *Il viaggio e le raccolte botaniche di Ulisse Aldrovandi ai Monti Sibillini nel 1557* [in corso di stampa]; V. *Ricordi d'antiche collezioni veronesi nei manoscritti Aldrovandiani* [id.].

(1) Cfr. Targioni-Tozzetti G. — *Notizie sulla storia delle scienze fisiche in Toscana*, p. 191-193; Firenze, 1852, Tip. Galileiana di M. Cellini e C., 4°.

(2) Cfr. l'interessante documento [pubblicato in Arcangeli G. — *Brevi notizie sull'orto pisano* (Bollettino della Soc. botan. italiana 1900, p. 171)] tratto dal ms. « Zibaldone » nell'archivio dell'Università di Pisa: « Nota delli dottori che leggono quest'anno nello studio di Pisa et lor salarj; M.° Luca Ghini da Imola semplicista, *et già si li è mandato li denari per condursi* [da Bologna] Sc. 250 ». L'anno scolastico incominciando col 1° novembre, è al 1° novembre 1544 che si può, io credo, fissare la data di venuta del Ghini a Pisa, visto che egli fu a Bologna professore nell'anno scolastico 1543-44 (cioè fino al 31 ottobre 1544).

MAY 13 1907

bus dal 1534 con qualche interruzione fino appunto all'anno scolastico 1543-1544 (1).

Non è qui il caso di discutere sull'anno preciso di fondazione dell'orto pisano, il quale, secondo un documento edito dall'Arcangeli (2) si trovava situato, all'epoca della sua originaria fondazione, in una località (Cittadella vecchia) ben diversa da quella occupata, in via Santa Maria, dall'attuale orto botanico, le cui origini risalgono agli ultimi anni del secolo decimosesto (3): invece io reputo utile, per la storia della nostra scienza, dare in luce il catalogo delle piante che esistevano nell'antichissimo orto di Pisa, traendone le indicazioni dal manoscritto Aldrovandiano della r. Biblioteca Universitaria di Bologna recante la segnatura 136 (*Observationes variae*) Tom. XIV, chè in così fatta maniera si viene a contribuire alla conoscenza d'un altro fra i molti meriti di Luca Ghini, ponendo in rilievo l'importanza dell'orto botanico da lui istituito ed in breve tempo accresciuto; non mancano dati anche per la conoscenza dei semplici che si trovavano nell'orto pubblico di Pisa nel 1569 (4) ma questi implicano piuttosto le benemerenze dei successori che non quelle di Luca Ghini.

Per questo catalogo delle piante del primitivo orto botanico pisano la data avrebbe potuto correre tra il 1545 ed il 1555, se non si avesse un modo di stabilire con certezza che esso deve essere anteriore al novembre 1551 perchè in tale mese ed in tale anno il Ghini spedì da Pisa a P. A. Mattioli molti semplici tolti con ogni evidenza tra quelli che vegetavano nell'orto di Pisa; se anzi torni lecito valersi di altre deduzioni, si può ritenere che il catalogo contenga l'indicazione delle piante coltivate nell'orto pisano nel 1548; nè la dimostrazione riesce difficile. Nel catalogo figura, tra altre piante, una *Hemorocalis sive Lilium marinum* (che è tra i semplici spediti nel novembre 1551 (5) al Mattioli); qualora ammettasi che

(1) Cfr. Dallari U. — *I Rotuli dei Lettori Legisti e Artisti dello studio bolognese dal 1384 al 1799*, vol. II, p. 52, 55, 58, 62, 65, 68, 75, 78, 85, 91, 94, 96, 100, 102, 135 (per le indicazioni delle letture di M. Luca Ghini); Bologna, 1889, Merlani, 4°.

(2) Cfr. Arcangeli G. — *Op. cit.*, p. 172.

(3) Cfr. Saccardo P. A. — *La Botanica in Italia*, parte I, p. 191, parte II, p. 134; Venezia, 1895, 1901, C. Ferrari, 4°.

(4) Cfr. *Elenchus plantarum quae reperiuntur Pisis in horto publico anno 1569;* Ms. Aldrov. n. 136 (*Observationes variae*) Tom. V, a carte 32 e seguenti.

(5) Tra i semplici spediti dal Ghini al Mattioli nel novembre 1551 figura appunto sotto il n. 63 la *Hemorocalis*. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti di Luca Ghini (primo lettore dei semplici in Bologna) intorno a piante descritte nei Commentarii al Dioscoride di* P. A. Mattioli, p. 16; Venezia, 1907, C. Ferrari, 4°.

il Ghini abbia raccolto e portato seco a Pisa (1) come realmente raccolse all'isola d'Elba questa *Hemorocalis* nello stesso anno nel quale egli fece la nota erborazione in quell'isola (2), la raccolta dell'*Hemorocalis* avvenne nel 1549 se non forse nel 1548; si avverta che abbiamo le prove come il celebre semplicista abbia nell'isola d'Elba raccolto anche altre piante (3) le quali si trovano enumerate nel catalogo dell'orto pisano (4).

Ma ancor più concludente riesce il confronto dei due *Apocynon repens et non repens* del catalogo, i quali, per asserzione dello stesso maestro Luca, nacquero da sementi recate quattro anni prima del novembre 1551 da un nobile signore dalla Siria al Ghini; ciò che fa risalire almeno al 1548 l'esistenza delle piante indicate nel catalogo Aldrovandiano; se può prestarsi fede assoluta al Targioni-Tozzetti (5) che crede essere avvenuta nel 1547 l'apertura al pubblico dell'Orto botanico pisano, questi *Apocynon* (6) costituiscono senza dubbio due tra le prime piante seminate nell'orto stesso. Che poi il catalogo comprenda i semplici coltivati nel 1548 e non nel 1551, abbiamo un'altra prova anche dal fatto che in esso non è elencata la pregiata *Medica* i cui semi Lodovico Beccadelli inviato nel 1550 come nunzio di Papa Giulio III alla Repubblica di Venezia portò al Ghini, il quale la ebbe fiorita nell'orto proprio appena in tempo per poterne spedire un esemplare al Mattioli (7).

Il *Catalogus omnium plantarum* è interessante perchè è, a quanto mi consta, il primo che si conosca in ordine di tempo per un orto

(1) Cfr. ms. Aldrov. n. 136 (Observ. variae) Tom. XIV, a c. 59 recto: « Hemerocallis paucifolia ex Ilva Ins. Plantam hanc mihi depingi curavit Ecc.mus L. Ghinus piae memoriae, quam in Ilvam repertam, secum Pisas deduxerat... ».

(2) Nel placito *De Glauco* il Ghini scrisse (nel 1551): « Jam 3s. annus agitur cum littus circa Populoniam legerem atque inde in Ilvam descenderem eamque navigio circuirem in quo itinere passim hac herba ipsum Ilvae littus undique virere conspexi...» Cfr. De Toni G. B., *Op. cit.*, p. 41.

(3) Ad es. « Anemone ex Ilva flore candido... Ex Ilva ins. allata a L. Ghino » Ms. Aldrov. n. 136 (Observ. variae) Tom. XIV, a c. 89 recto.

(4) Nel catalogus si trova, verbigrazia, « Anemones sex genera, duo... floribus candidis... ». Si tenga a questo riguardo conto della nota precedente che ricorda un *Anemone ex Ilva flore candido.*

(5) Targioni-Tozzetti G. — *Op. cit.*, p. 194 (con citazioni di vecchi autori).

(6) Nel Placito *De Apocyno* il Ghini scrisse nel 1551: « Ante quatuor annos donò mihi dedit Nobilis quidam binas siliquas ex Syria allatas, quarum una inscriptionem habebat, Periploca repens, alteri inscriptum erat Periploca non repens... Utriusque ramos ad te mitto. Utramque Apocyni species esse credo, flores hactenus earum non potui videre ». E ne mandò infatti due campioni al Mattioli insieme al placito sotto i n. 23 e 24. Cfr. De Toni G. B., *Op. cit.* p. 14.

(7) Cfr. per la *Medica*, De Toni G. B. — *Op. cit.*, p. 23.

botanico (1), ma è altresì interessante per i rapporti ch'esso presenta con i placiti e con gli esemplari secchi di piante inviate da Luca Ghini a P. A. Mattioli, nonchè per i rapporti con la formazione del prezioso erbario di Andrea Cesalpino (successore del Ghini in Pisa) poichè in questo erbario è rappresentata buona parte delle piante esistenti nell'antichissimo orto pisano, ciò che a chiunque riesce agevole dimostrare con opportuni riscontri (2).

Stabilita così in via generale la data del Catalogus ne faccio seguire la pubblicazione integrale, corredandola di quelle note le quali possono servire a porre nella debita evidenza l'importanza di parecchie piante coltivate nel primitivo orto di Pisa.

***

Catalogus omnium plantarum quae erant in horto publico studiosorum tempore Lucae Gini qui publice profitebatur lectionem simplicium, et horti studiosorum praefectus erat. Numerus autem eo tempore plantarum erat 620. Hic tamen describam ex illo horto pulchriora simplicia et rariora, in quibusdam vero eius opinio apparebit.

***

Aconiti sex genera, tria floribus ex coeruleo purpureis, aliud flore luteo, aliud pallido, et aliud candido vel ex candido purpurascente.

Anemones sex genera, duo floribus purpureis, duo luteis et duo candidis quorum alterum omnino candidum est, alterum vero superiori floris parte candido et inferiori in caeruleum vergente, quas vero Fuchsius credit esse ranunculi minimi speties, ego Anemonis potius esse opinor.

Auricula muris (3).

(1) Per i più vecchi cataloghi stampati conosciuti per l'orto botanico di Padova (Cortuso e Porro 1591, Cortuso e Schenk 1600 ecc.) cfr. De Toni G. B.— *Intorno ad alcuni alberi e frutici ragguardevoli esistenti nei giardini di Padova*, p. 4 (Atti e memorie della R. Accad. di sc. lett. ed arti in Padova, vol. III, disp. 4, 1887).

(2) Cfr. Caruel T. — *Illustratio in hortum siccum Andreae Caesalpini;* Florentiae, 1858, Typ. Le Monnier, 8° p.

(3) Nell'Erbario Cesalpino ci sono delle specie di *Anemone*, *Dentaria*, *Aconitum;* ma è difficile identificarle con la vaga indicazione del catalogus; invece vi sta al n° 175 (472) come *Auricula muris* la *Veronica Anagallis* L.

Acus moschata vulgo moscholachano a Graecis etiamnum vocata, ab Aetio Dorcadias s. muscium, et inter geranij species recenseri potest (1).

Arum cuius folia nigricantibus notis sunt insignita.

Arum minimum caule ut Dracunculus maculoso (2).

Acorus vulgaris quem Xiridis spetiem esse opinor (3).

Apocynon repens et non repens (4).

Aristolochiae tria genera, longa, rotunda, ut Clematitis (5).

Aquilegia vulgo appellata, candidis, purpureis, et ex coeruleo purpureis floribus, alijs simplici foliorum contextu, alijs vero multiplici (6).

Angelica sativa et sylvestris vulgo vocata ego vel costum vel ei congenerem plantam esse opinor (7).

Anchusae tria genera (8).

Asphodeli 4or genera, duo floribus candicantibus, sed alterum eorum caule est ramoso, alterum vero levi et sine ramis; et duo floribus luteis, alterum quidem lilio similibus, alterum vero eiusdem cum duobus prioribus figurae, sed caule folioso (9).

Acornos Eringiorum generi a Plinio adscriptus folijs latis in maritimis solum oriens (10).

(1) Nell'Erbario Cesalpino al nº 257 (728) come *Acus muscata* sta l'*Erodium cicutarium* L'Hèrit. dimostrando quanto era giusta l'opinione del Ghini che l'*Acus moschata inter Geranij species recenseri potest.*

(2) Su queste Aroideae cfr. De Toni G. B. — *I placiti di Luca Ghini ecc.* p. 16.

(3) Nell'Erbario Cesalpino al nº 220 (611) come *Xiris, Acoro* è l'*Iris Pseudacorus* L.

(4) Per questi *Apocynon* si vegga in questa nota a p. 423, n. 6. — Nell'Erbario Cesalpino sotto il n. 186 (517 e 518) si hanno rispettivamente per la *Periploca* e l'*Apocynum* le specie *Periploca graeca* L. e *Marsdenia erecta* R. Br. [entrambe con i fiori]. Su queste piante, viste poi a Pisa dal Lobel, si può vedere quanto questo botanico lasciò scritto in *Adversar.* p. 279.

(5) Sono nell'Erbario Cesalpino tanto l'*Aristolochia rotunda* L. che l'*A. Clematitis* L. al n. 231 (649, 650).

(6) *Aquilegia vulgaris* L. nell'Erbario Cesalpino n. 260 (740). È noto che l'*Aquilegia vulgaris* ha fiori assai variabili quanto al colore.

(7) Cfr. De Toni G. B. — *I placiti* ecc., p. 19 (*De Costo*).

(8) È notevole il fatto che nell'Erbario Cesalpino esistono proprio i tre generi di *Anchusa* sotto il n. 52 (125, 126, 127) cioè *Anchusa* 1ª [= *Echium italicum* L.], *Anchusa* 2ª [= *Echium plantagineum* L.] ed *Anchusa* 3ª [*Lithospermum arvense* L.].

(9) Sotto il nome di *Hastula regia* qualcuna di queste specie di *Asphodelus* fu spedita dal Ghini nel 1551 al Mattioli; nelle specie indicate nel catalogus è ovvio riconoscere l'*Asphodelus albus* W., l'*Hemerocallis fulva* L. e l'*Asphodeline lutea* Reichb. che esistono anche nell'Erbario Cesalpino al n. 215 (595, 596, 597).

(10). È la *Carlina corymbosa* L. (Erb. Cesalp. n 94 [237]) la quale, come è noto, predilige i luoghi prossimi al mare.

Amelo similis planta in palustribus proveniens sed singulo quoque anno emoritur tota. Amelum vero radices vivaces et ad plures annos perdurantes habet utcumque flores coloribus et figura similes habet.

Absynthij tria genera, unum quod commune est, et duo in maritimis provenientia sed odore et foliorum figura differentia (1).

Asparagi sylvestris genera duo, alterum comune et alterum a Plinio pro tertio genere descriptum, palatium leporis et artetica vulgo vocatum (2).

Aspalathus alba 2° loco a Dioscoride memorata (3).

Aspleni duae species, verum et alterum quod alij asperam Lonchitim, alij vero polypodio congener esse opinantur (4).

Ageraton vulgo Camphorata, sic enim opinor (5).

Abrotonum triplex, duo similia et maris genera, et alterum foemina (6).

Arbor fructus mixis seu sebesten proferens, vulgo Uva Indica dicitur, sunt qui loti arboris spetiem esse opinantur (7).

Acanthium vel ei congener (8).

Antirrhini quatuor speties, una foliis Anagallidis flore ex candido pallescente, reliquae foliis lini, sed una earum minor est, duae vero reliquae similes omnino, sed altera purpureum, altera vero candidum florem profert.

(1) Nell'Erbario Cesalpino ci sono proprio tre Absinthium al n. 77 (194, 195 e 196) ossia tre specie di *Artemisia*.

(2) Designato anche col nome di *Palatium Leporis* si trova nell'Erb. Cesalp. al n. 139 l'*Asparagus tenuifolius* Lam.

(3) Non manca nell'Erbario Cesalpino (n. 9). Cfr. anche De Toni. — *I placiti* ecc., p. 14, 18.

(4) Nell'Erbario Cesalpino trovansi appunto le due specie qui indicate nel catalogus e precisamente ai n. 760 e 761 l'*Asplenum verum* (= *Gymnogramme Ceterach* Spr.) e la *Lonchitis aspera* (= *Aspidium Lonchitis* Sw.). Per queste piante si accese una viva questione tra il Maranta ed il Mattioli e sono ricordati esemplari spediti dal Ghini ad entrambi questi fitografi. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti* ecc., p. 16-17.

(5) Nell'Erbario Cesalpino al n. 76 (191) c'è come *Ageraton* e *Canforata* l'*Achillea Ageratum* L.

(6) Tanto l'*Abrotonum foemina* che l'*Abrotonum mas* sono nell'Erb. Cesalpino al n. 78 (197 e 198) e corrispondono rispettivamente a *Santolina Chamaecyparissus* L. (due varietà) e *Artemisia camphorata* Vill.

(7) Nell'Erb. Cesalp. n. 4 (12) come Uva d'India è un rametto sterile di *Diospyros Lotus* L.

(8) Fu nel 1551 spedito dal Ghini al Mattioli sotto il n. 14. Nell'Erb. Cesalp. col nome *Acanthium* al n. 93 è l'*Onopordon Acanthium* L.

Ageraton maius vulgo menta saracenica et herba S.tae Mariae et costum hortense vocatum (1).

Atriplex sylvestre alpinum.

Atractylis.

Arction (2).

Apollinaris herba tria genera.

Anthemidis seu Chamemeli species quae radices ad plures annos vivaces habet (3).

Anonis non spinosa flores luteos ferens (4).

Anisum ex semine singulo quoque anno provenit.

Anagallis utraque.

Ampeleprason.

Ambrosia ut aliqui opinantur pro camedri foemina a Fuchsio depicta.

Alisson Galeni (5).

Alchimilla maior et minor Stellaria et pes Leonis etiam dicitur (6).

Brassica purpurea sativa.

Brassica Cannabis arabibus vocata.

Blattaria duplex luteo altera, altera flore purpureo (7).

Betulla arbor.

Beta radices proferens rubras quae aliquando ad XX atque plurium librarum pondus excrescunt.

Barbula hirci multiplex, altera purpureum, altera ex coeruleo purpureum et spicatum florem ferens, duae vere sed radicibus differunt et foliorum latitudine; siquidem altera radice est longe crassiori et latioribus folijs quam altera.

(1) Vi corrisponde con ogni probabilità l'Herba S. Maria dell'Erb. Cesalpino n. 81 (208) cioè il *Tanacetum Balsamita* L. i cui nomi vernacoli sono anche Menta greca, Erba costa ed Erba costina. È la *Mentha saracenica* dell'Anguillara.

(2) *Atriplex*, *Atractylis*, *Arctium* sono nell'Erb. Cesalpino rispettivamente ai n. 60 (150, 151), 98 (248) e 84 (212).

(3) Coi nomi di *Anthemis* e *Chamaemelum* è nell'Erb. Cesalpino al n. 69 (172) la *Matricaria Chamomilla* L.

(4) Tra le piante spedite nel 1551 dal Ghini al Mattioli al n. 47 c'è *Ononis levis luteum florem proferens*. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti* ecc. p. 15.

(5) *Anisum*, *Anagallis*, *Ampeloprasum* ed *Alysson Galeni* sono rappresentati nell'Erbario Cesalpino ai n. 31 (82), 174 (474, 476), 224 (623) e 125 (323).

(6) Nell'Erb. Cesalpino si trovano *Alchimilla maior* (anche col nome *Pes Leonis*) ed *A. minor* ai n. 65 (161 e 162), come due specie dell'attuale genere *Alchemilla*.

(7) Le due *Blattarie* sono nell'Erbario Cesalpino due *Verbascum* al n. 171 (467, 468) cioè *V. Blattaria* L. e *V. virgatum* With.

Blitum rubrum et alterum folia diversorum colorum proferens (1).

Bulbus vomitorius (2).

Barba Jovis Plinij ut aliqui opinantur (3).

Batis seu Critmus sativus et sylvestris (4).

Berberis vulgo vocatus (5).

Bulapaton.

Cotyledon seu Umbilicus Veneris (6).

Conizae q.or genera, tria a Dioscoride descripta, et aliud saxosis et apricis montibus nascens, suaviore quam reliqua odore (7).

Camedris minor et maior, quam opinantur nonnulli esse fruticem.

Consolida alba et consolida saracenica a Fuchsio depicta.

Chrisanthemon Democrati (8).

Condrilla utraque (9).

Condrilla altera a Plinio descripta, quae plures habet parvas radices Asphodeli modo congestas.

Cerasus ferens fructus mirtillorum fere magnitudine, uvae modo racematim congestos.

Carduus benedictus vulgo appellatus, Attractilidis speciem aliqui opinantur.

Chamedaphne (10).

Coluthea ut Ruellius opinatur (11).

(1) Cfr. il *Blitum* nell'Erb. Cesalp. n. 56 (135) che è l'*Amarantus tricolor* L.

(2) Col nome di *Bulbus vomitorius* nell'Erb. Cesalp. al n. 217 (600) c'è il *Muscari comosum* Mill. Ma pare che col nome di *Bulbus vomitorius* il Ghini comprendesse più specie. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti* ecc. p. 24.

(3) Nell'Erb. Cesalp. al n. 12 (39) c'è col nome di *Barba Jovis Pli.* un ramo fiorifero di *Anthyllis Barba Jovis* L.

(4) Il *Crithmum sativum* e *sylvestre* sono nell'Erb. Cesalpino ai n. 44 (108) e 43 (107) e corrispondono rispettivamente a *Crithmum maritimum* L. ed *Echinophora spinosa* L.

(5) Anche il Berberi è rappresentato nell'Erb. Cesalp. al n. 15 (49).

(6) Sta con questi nomi nell'Erb. Cesalp. n. 262 (749) *Umbilicus pendulinus* DC.

(7) Proprio quattro *Conyza* sono nell'Erb. Cesalp. al n. 87 (218-221). È chiaro che la specie *odore suaviore* è la *Inula graveolens* DC.

(8) Il *Chrysanthemum Democriti* nell'Erb. Cesalpino al n. 255 (723) è il *Ranunculus repens* L.

(9) Nell'Erbario Cesalpino sono entrambe le Condrille; una al n. 91 (231) corrisponde alla *Chondrilla juncea* L., l'altra al n. 92 (235) pare sia la *Hypochaeris radicata* L. Una (*Chondrillae primum genus*) fu nel 1551 mandata dal Ghini al Mattioli. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti* ecc. p. 16.

(10) Come *Chamaedaphne* è nell'Erb. Cesalp. al n. 136 (371) il *Ruscus Hypophyllum* L.

(11) È nell'Erb. Cesalp. al n. 12 (37) come *Colutea arborescens* L.

Cinoglossi tria genera lappas ferentis magnum, parvum, mediocre.

Caracias Titimalus.

Cianus flos maior et minor, cuius alia cianeos, alia candidos, alia purpureos fert flores (1).

Ciclaminus mense martio florens.

Ciclaminus autumno florens, duplex (2).

Clinopodium (3).

Coris.

Caucalis a Graecis hactenus vulgo ita vocatur, sunt tamen (quia semen scuteolo simile proferat) qui Tortilion esse opinantur.

Colchicon ex Creta magnis folijs constans.

Cinosorchis species plusquam viginti.

Carum: Carum germanorum.

Christi palma vulgo vocata folijs maculosis et flore fere inodoro, alia folijs non maculosis et inodoro flore et alia odoratissimo (4).

Cirsium ut aliqui opinantur, alia a vulgare Buglosso (5).

Chameleon uterque (6).

Cumini sylvestris genus 2^{m}. (7).

Carduncelli nomine planta ex Creta missa caule et folijs non spinosis longis candidis gracilibus, et circa caulem crebris hactenus non floruit.

Clematis daphnoides maior et minor (8).

(1) Nell'Erb. Cesalpino non mancano i *Cyanus* ma è difficile riconoscere una sicura corrispondenza con le tre qualità coltivate nell'orto pisano.

(2) Su questi *Ciclaminus* abbiamo notizie nei placiti spediti nel 1551 dal Ghini al Mattioli: « Primae Cyclamini tres ego species observavi, quarum duae autumno suos flores proferunt, tertia in martio mense floret » Cfr. De Toni G. B. — *I placiti* ecc. p. 24. Nella specie a fioritura primaverile è facile riconoscere il *Cyclamen repandum* S. et S., che è anche nell'Erbario Cesalpino al n. 230 (644).

(3) Forma parte dei semplici spediti nel 1551 dal Ghini al Mattioli sotto il n. 35. È, al pari del Coris, nell'Erbario Cesalpino.

(4) Corrisponde alla *Orchis maculata* L. e con lo stesso nome *Palma Christi* si trova al n. 225 (628) nell'Erbario Cesalpino.

(5) Era al n. 28 tra i semplici spediti nel 1551 dal Ghini al Mattioli, e ne è avvertita dallo stesso Ghini la differenza dal Buglossum. Cfr. De Toni — *I placiti, ecc.* p. 15 e 38. Non manca nell'Erbario Cesalpino.

(6) Il *Chameleon albus* e il *Ch. niger* sono nell'Erbario Cesalpino ai n. 100 (251) e 101 (253) e corrispondono rispettivamente a *Carlina acanthifolia* All. e *Carlina acaulis* L. Si vegga il placito ghiniano *De Crocodilio* in De Toni G. B. — *I placiti, ecc.* p. 24-25.

(7) Il Ghini ricorda questa pianta nei Placiti. Nell'Erb. Cesalpino, come *Cuminum sylvestre* 2.um sono conservate due specie di *Delphinium*.

(8) Come *Clematis daphnoides* trovansi nell'Erb. Cesalpino al n. 184 (513, 514) la *Vinca major* L. e la *Vinca minor* L.

Clematis aspera duplex, altera candido et altera purpureo flore.

Consiligo Plinij ut aliqui opinantur (1).

Capnos Plinij, quam pedes gallinaceos vocant.

Cimbalaria vulgo dicta.

Capnos alpina vulgo Spijt vocata cuius altera luteum altera candidum fert florem (2).

Capparis spinosa et non spinosa.

Cedrus ut aliqui opinantur baccas proferens nucis avellanae magnitudine, in maturitate rubescentes. Phenicia (3).

Cyperus radicibus olivae similibus (4).

Cucubalum Plinij vulgo solatrum maius et herba belladonna vocatum (5).

Cineraria maritima (6).

Centaurio congener planta, in parietibus, in saxis nascens, saponariae vulgo appellatae satis similis, ideo rubram saponariam aliqui vocant.

Dauci 2.^{m} et 3.um genus (7).

Dracunculus.

Dracunculus (8).

Doronicum Italicum maius et minus.

Delphinium utrumque (9).

Dens caninus vulgo appellatus. Sunt qui Ephemeri non lethalis et qui satyrij spetiem esse existimant.

Dentaria vulgo vocata, major et minor (10).

(1) Col nome di *Consiligo Plinii* abbiamo nell'Erb. Cesalpino al n. 248 (701) l'*Helleborus viridis* L.

(2) Designata col nome di *Splith* è nell'Erb. Cesalpino al n. 181 (504) la *Corydalis ochroleuca* Koch.

(3) Si noti che questa specie pare sia quella spedita sotto il n. 50 (Iuniperi species, aliqui potius Cedri esse sentiunt) nel 1551 dal Ghini al Mattioli. Vi corrisponde nell'Erb. Cesalpino piuttosto l'*Juniperus Oxycedrus* L. (n. 7 [18]) che non l'*Jun. phoenicea* L. (n. 7 [17]).

(4) È probabilmente la stessa specie che è come *Cyperus olivaris* al n. 111 (283) nell'Erb. Cesalpino.

(5) Coi nomi di Cucubalum Plinii e Solatro maggiore si trova nell'Erb. Cesalp. al n. 145 (391) l'*Atropa Belladonna* L.

(6) È la *Senecio Cineraria* DC. al n. 76 (192) nell'Erb. Cesalp.

(7) È difficile una identificazione sicura con i *Daucum* dell'Erb. Cesalp.

(8) Al n. 141 (380) dell'Erb. Cesalpino è il *Dracunculus vulgaris* Schott.

(9) Cfr. il *Delphinium maius* e il *D. minus* spediti nel 1551 dal Ghini al Mattioli sotto i nn. 53-54 (De Toni G. B. — *I placiti ecc.*, p. 15-16).

(10) La *Dentaria maggiore* nell'Erb. Cesalpino al n. 199 (551) è la *Dentaria pinnata* L.; la *D. minore* al n. 200 (552) è la *Dentaria bulbifera* L.

Elatine (1).

Ferula et sagapeni ferula, ut aliqui opinantur.

Filix mas duplex vel potius quadruplex.

Foenum graecum (2).

Frutex incognitus folijs fere rubi, flos in umbella candidus et odoratus, ebuli floribus similis, flores qui in umbella circuiti dispositi sunt longe majores ijs qui in eius medio siti sunt, fructus rotundi, oblongi, parum compressi, in maturitate rubri, crudi saporis, oritur locis palustribus et humidis [di scrittura di U. Aldrovandi in postilla: Forte est Sambucus palustris] (3).

Frutex Chameceraso similis.

Frutex folio citrij minoribus incognitus.

Fructus ab alpinis pirus cervina vocatus.

Frutex ribes similis, sed racemos non fert.

Frutex parvus alpinus baccula dictus (4).

Gentiana quinque genera, unum quod a Dioscoride describitur, luteis floribus, duo minima, coeruleis, et duo mediocria ex coeruleo purpurascentibus floribus, quorum alterum Cruciata vulgo dicitur (5).

Geranij variae species.

Gith verum odoratum.

Gith inodorum vel leviter odoratum.

Glans unguentaria, sed jam perijt.

Genistae genera duo (6).

Gariophilata alpina luteos flores brevi cauliculo adnexos ferens.

Gariophilata alpina altera flores extrinsecus rubentes, intrinsecus candidos flores ferens, et cubitalem cauliculum (7).

Halicacabon (8).

(1) È la *Specularia Speculum* DC. dell'Erb. Cesalpino al n. 229 (640); cfr. anche De Toni G. B. — *I placiti ecc.*, p. 34.

(2) È la *Trigonella Foenum graecum* L. dell'Erb. Cesalpino al n. 159 (436).

(3) Mi sembra che la descrizione data dal Ghini per il *Frutex incognitus* coltivato nell'orto pisano, corrisponda assai bene al *Sambucus racemosa* L.

(4) Verisimilmente a questa *Baccula* vanno riferiti i *Mampè* dell'Erbario Cesalpino, meglio il n. 234 (663) cioè il *Vaccinium Myrtillus* L. che ha il nome volgare di Baccola.

(5) Di queste specie, taluna può venire facilmente identificata con esemplari dell'Erb. Cesalpino; quella *luteis floribus* è al n. 180 (497) la *Gentiana lutea* L.; quella *Cruciata vulgo* è al n. 180 (498) la *Gentiana Cruciata* L.

(6) Nell'Erb. Cesalp. al n. 9 (27) c'è una sola *Genista* (*G. pilosa* L.)

(7) Come *Gariofilata* nell'Erb. Cesalpino al n. 237 (672 e 673) trovansi il *Geum montanum* L. ed il *Geum urbanum* L.

(8) Non manca l'*Alicacabum* (*Physalis Alkekengi* L.) nell'Erbario Cesalpino n. 143 (388).

Halimus duplex ut Plinius refert (1).

Helleborum candidum duplex alterum herbaceo, et alterum nigricante rubro flore (2).

Hemorocallis sive lilium marinum (3).

Hemionitis.

Herba sativa duplex.

Hieracium utrumque.

Hippoglosson (4).

Hippolapathon (5).

Horminum sativum et sylvestre verum (6).

Hiacinthus orientalis et nostras et tertia quaedam speties ex orientalibus delata.

Hysopum montanum Pisanorum (7).

Heptaphilon duplex (8).

Herba Lucciola Plinij Ischemon (9).

Herba caprinella Romae vulgo vocata forte est Plinij Siliquastrum.

Hesperus ut alii opinantur Theophr. et Plinij.

Herba rena ut aliqui opinantur vulgo vocata Sylphium Ruellij oppinione (10).

Herba Tritico similis quinque vel sex proferens radices invicem connexas candidas rotundas margaritis magnis similes.

(1) Tre sorta di *Alimo* vennero nel 1551 spedite dal Ghini al Mattioli; cfr. De Toni G. B. — I *placiti ecc.*, p. 22 e 14. Nell'Erbario Cesalpino sono al n. 61 (152, 153) l'*Atriplex Halimus* L. e l'*Obione portulacoides* Moq.; a quest'ultima specie si riferisce con ogni evidenza il placito ghiniano.

(2) Sono i due *Veratrum* dell'Erb. Cesalpino n. 246 e 247 (699).

(3) Cfr. la nota 5 a pag. 422. La *Hemorocallis* dell'Erb. Cesalpino al n. 217 (602) è il *Pancratium maritimum* L.

(4) L'*Hypoglosson* dell'Erbario Cesalpino n. 136 (372) è il *Ruscus Hypoglossum* L.

(5) Con questo nome nell'Erb. Cesalp. n. 59 (145) c'è una foglia indeterminata di *Rumex*.

(6) Queste due specie furono al n. 16 spedite nel 1551 dal Ghini al Mattioli ed è importante il parere con cui m. Luca le accompagnò. Cfr. De Toni G. B. — I *placiti ecc.*, p. 29. L'*Horminum sylvestre* dell'Erb. Cesalpino n. 115 (297) è la *Melittis Melissophyllum* L.

(7) Tra i semplici mandati nel 1551 dal Ghini al Mattioli recava il n. 41; forse è la stessa cosa del *Clinopodium?*

(8) Vi corrispondono due *Potentilla* dell'Erbario Cesalp., cioè n. 239 (679) *P. hirta* L. e n. 240 (682) *P. caulescens* L.

(9) *Ischemon Plinii, Herba Lucciola* trovasi anche nell'Erb. Cesalp. al n. 103 (262) ed è la *Luzula nivea* Dec.

(10) Come *Herba Rena* trovasi nell'Erb. Cesalpino al n. 26 (72) il *Laserpitium latifolium* L.

Herba ex Creta missa, quam falso secundam syderitim esse opinantur est autem pulchra [Di scrittura di U. Aldrovandi è la nota: Forte Rapum cretense flore vitis sylvestris].

Ilex.

Iris candida coerulea et minor.

Iaciminum candidum et luteum, coeruleum Senis reperitur.

Ignotae plantae plures sed tamen pulchrae.

Imperatoria vulgo vocata omnium fere opinione est ligusticum (1).

Isatis utraque (2).

Ischemon vulgo Lucciola (3).

Lampsana (4).

Laserpitium vulgo Levisticum dicitur.

Laurus sylvestris Tinus vocata; alij sui generis arborem esse putant (5).

Lentiscus (6).

Leucoi genera omnia.

Leucoion Theophrasti ut opinatur Fuchsius.

Lilium sylvestre rubrum et flavum Martagon vulgo appellatum (7).

Litosperma coeruleo et alterum candido flore.

Lonchitis utraque (8).

Lotus arbor vulgo fusaracha.

Lotus arbor alia aliorum opinione, vulgo sicomorus.

Lotus arbor alia aliorum opinione, vulgo matallus arbor vocata (9).

(1) Nell'Erb. Cesalpino al n. 35 (89) con questi nomi si trova una foglia di *Trochiscanthes nodiflorus* Koch.

(2) Non mancano due specie con questo nome nell'Erb. Cesalpino, appartenenti a due generi affatto diversi: n. 48 (117) *Isatis tinctoria* L., n. 57 (136) *Plumbago europaea* L.

(3) Cfr. nota 9 a pag. 432.

(4) Nell'Erb. Cesalpino al n. 193 (533) è con il nome di *Lapsana* il *Raphanus Raphanistrum* L.

(5) È il *Viburnum Tinus* nell'Erb. Cesalpino n. 18 (58).

(6) È il n. 11 (35) dell'Erb. Cesalpino, *Pistacia Lentiscus* L.

(7) Con evidenza corrispondono i nn. 219 (609, 610) dell'Erbario Cesalpino cioè il *Lilium bulbiferum* L. (con fiore giallo) ed il *L. Martagon* L. (con fiore rosso).

(8) Cfr. nota 4 a pag. 426.

(9) Per questi alberi di *Lotus* erano, nel medio evo, incerte le opinioni come è facile scorgere dalla trattazione che ne fa il Mattioli nei Commentarii al Dioscoride. Tuttavia a queste piante arboree dell'antico orto pisano si possono riferire esemplari esistenti nell'Erbario Cesalpino. Il *Lotus arbor vulgo fusaracha* [Fusciarago] è come *Lotus arbor bu... gratico la Celtis australis* L. nell'Erb. Cesalpino n. 19 (61); il *Lotus arbor vulgo Sicomorus* è la stessa pianta, *Melia*

Lotus sylvestris seu Lybica, vulgo triffoli (1).
Lupinus silvestris.
Lichnis coronaria et silvestris.
Lagopus ut aliqui opinantur.
Libanotis prima (2).
Lunaria odorata et inodora (3).
Lunaria minor ab alpinis Iecoraria seu epatica vocata.
Laurus Alexandrina ut aliqui opinantur (4).
Mandragora mas (5).
Medium candidum et purpureum (6).
Mirtus nostras candida et nigra (7).
Mirtus exotica.
Melampiron seu miagron.
Matallus arbor alpina ex Loti generibus una ut aliqui putant (8).
Mellago seu Melloager vulgo dictus.
Malva arborea.
Malva alpina foliis plurimum incisis (9).

Azedarach L., che nell'Erb. Cesalpino al n. 20 (63) è denominata *Lotus altera: Sicomoro.*

Incerto resta il *Lotus arbor vulgo Matallus*, seppure non è il *Pyrus Aria* Ehrh. che nell'Erbario Cesalpino ha il n. 15 (50) e che ha il nome volgare di Matallo.

(1) Del *Lotus sylvestris*, che è tutt'altra cosa dal *Lotus arbor*, si ha un esemplare nell'Erbario Cesalpino al n. 160 (439) appunto coi nomi di *Lotus sylvestris, Tripuli.* Il *Lotus sylvestris* fu spedito nel 1551 dal Ghini al Mattioli sotto il n. 39; cfr. De Toni G. B. — *I placiti di Luca Ghini ecc.*, p. 15.

(2) Il *Lupinus silvestris*, la *Lychnis coronaria* e *silvestris*, il *Lagopus* e la *Libanotis* sono rappresentati nell'Erb. Cesalpino; alle due *Lychnis* appartengono senza dubbio le specie al n. 151 (406, *Lychnis coronaria* Lam., 407 *Lychnis Githago* Lam.).

(3) La *Lunaria odorata* può corrispondere alla *Lunaria rediviva* L. (Erb. Cesalp. n. 202), la *inodora* alle *Farsetia clypeata* R. Br. (Erb. Cesalp. n. 201 [556]).

(4) Con questo nome nell'Erb. Cesalpino al n. 136 (369) è il *Streptopus amplexifolius* Dec.

(5) *Mandragora vernalis* Bert. in Erb. Cesalp. al n. 148 (395).

(6) Il riferimento di esemplari nell'Erb. Cesalpino, dove sono molti *Medion* (n. 235,236) riesce incerto. Il placito Ghiniano *De Medio* parla espressamente di un *Medium candidum e purpureum*. Cfr. De Toni — *I placiti ecc.*, p. 53, nota 1.

(7) Allude alla specie tipica *Myrtus communis* L. con frutti ceruleo-nerastri ed alla forma con frutti bianchi. Non manca nell'Erbario Cesalpino questa specie al n. 16 (52).

(8) Cfr. le note ai Lotus a pag. 133-134.

(9) Forse è la *Malva moschata* L.

Malva hortensis flores rosae modo proferens colore alia candido alia in candorem purpurascente, alia purpureo, alia dilute purpureo.

Morsus Diaboli vulgo dictus (1).

Millefolium verum in quibusdam paludibus hic in Pisano agro reperitur (2).

Narcissi plures species.

Nimphea minor lutea alpina (3).

Numularia vulgo dicta (4).

Nasturtium latifolium.

Nux Metel Ame. vulgo Stramonia (5) vocata maior et minor.

Ocimastrum flore purpureo (6).

Onagra maior et minor (7).

Oreoselinum (8).

Othona multiplex modo ea sit quae Indicus gariophilus vocatur.

Opuntia herba Plinij.

Oxalis latifolia (9).

Oxis Plinij flore candido et luteo (10).

(1) Come *Morsus Diaboli* nell'Erb. Cesalpino al n. 131 (354) è la *Scabiosa Succisa* L.

(2) Come *Millefoglo* nell'Erb. Cesalpino al n. 80 (206, 207) ci sono la *Achillea Millefolium* L. ed una varietà di questa specie.

(3) Stando all'esemplare dell'Erb. Cesalpino (n. 232 [653]) come *Nymphaea parva* si ha *l'Hydrocharis Morsus-Ranae* L.; ma è più probabile che nell'orto pisano fosse ai tempi del Ghini la *Caltha palustris* L., perchè questa Ranunculacea fu spedita dal Ghini stesso al patrizio veneziano P. A. Michiel col nome di *Nimphea minore alpina*. Cfr. Michiel *Erb. ms.* Libro verde n. 40.

(4) Come *Nummularia* nell'Erb. Cesalp. al n. 155 (422) è la *Lysimachia Nummularia* L.

(5) *Stramonia* nell'Erb. Cesalp. n. 147 (393) è la *Datura fastuosa* L.

(6) Corrisponde la *Saponaria ocymoides* L. al n. 149 (400) dell'Erb. Cesalpino.

(7) Vi possono corrispondere quattro Onagre dell'Erb. Cesalpino ai n. 187 (519-520) e 188 (521-522) cioè le specie *Epilobium spicatum* Lam., *tetragonum* L., *montanum* L., *hirsutum* L.; ma è difficile precisar meglio. Certo il Ghini ne raccolse nell'Appennino e poi ne piantò nell'orto di Pisa (prima del novembre 1551) esemplari molto sviluppati, i quali però non resistettero a lungo. Stando alla statura degli esemplari, indicata dal Ghini, parrebbe trattarsi dell'*E. hirsutum* L. cfr. De Toni G. B. — *I placiti ecc.* p. 38; anche Lobel *Advers.* p. 422 accenna all'*Onagra* ed al Ghini.

(8) *Oreoselinon* nell'Erb. Cesalp. n. 38 (97) è l'*Anthriscus Cerefolium* Hoffm.

(9) Forse *Rumex Acetosa* L. nell'Erb. Cesalp. n. 59 (147).

(10) La sp. a fiore bianco pare sia la *Oxalis Acetosella* L., quella a fiore giallo la *O. corniculata* L.; quest'ultima è, come *Oxys Plinij*, nell' Erb. Cesalp. al n. 233 (659).

Oxicantha alia ab ea quam Senensis ostendit (1).
Paliurus Theophrasti.
Palma.
Palma humilis Chameriphes dicta.
Panax Asclepias (2).
Pancration.
Papaver nigrum flandrum, et alia genera, spumeo excepto.
Peplus (3).
Phillitis mas et foemina (4).
Phillon ut aliqui opinantur (5).
Phiteuma ut aliquibus placet (6).
Picea (7).
Pinus sylvestris montana.
Pinus sylvestris maritima (8).
Pistachiorum arbor (9).
Polium utrumque (10).
Poligonatum triplex (11).
Psyllium duplex (12).

(1) Anche nel *Catalogus* dell'orto pisano il Ghini ha affermata la differenza di quella pianta che egli giudicava la vera *Oxyacantha* dalla *Oxyacantha* del senese Mattioli. La descrizione che della sua *Oxyacantha* fornisce il Ghini (nel placito *De Paliuro*) rende possibile la identificazione col *Mespilus pyracantha* L. anzichè col *Crataegus Oxyacantha* L.; cfr. De Toni G. B. — *I placiti ecc.* p. 14, 20, 21. A riprova dell'identificazione si può aggiungere che nell'Erb. Cesalpino come *Oxyacantha* al n. 15 (48) c'è il *Crataegus pyracantha* Pers.

(2) Come *Panax Asclepium* nell'Erb. Cesalp. n. 21 (64) si trova un esemplare di *Anethum*.

(3) Figura al n. 69 tra i semplici spediti nel 1551 dal Ghini al Mattioli. È una *Euphorbia*.

(4) Come *Phyllitis* c'è nell'Erb. Cesalp. n. al 263 (753) lo *Scolopendrium officinarum* Sw. La *Phyllitis* venne spedita nel 1551 dal Ghini al Mattioli col n. 51.

(5) È una *Saxifraga;* ne fu mandato un campione al Mattioli dal Ghini nel 1551. Cfr. il placito ghiniano *De folio* in De Toni G. B. — *I placiti ecc.* p. 28.

(6) Spedito al Mattioli nel 1551 dal Ghini, quest'ultimo gliene comunica alcune osservazioni fatte di sull'esemplare coltivato nell'orto pisano. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti di Luca Ghini ecc.*, p. 15 e 40.

(7) Come *Picea* si trova nell'Erb. Cesalp. al n. 10 (29) l'*Abies excelsa* DC.

(8) *Pinus sylvestris maritima Theophrasti* fu spedito al Mattioli dal Ghini nel 1551, cfr. De Toni *op. cit.* p. 16, nota 3.

(9) È la *Pistacia Terebinthus* L. nell'Erb. Cesalp. n. 10 (32).

(10) Due *Polium* sono anche nell'Erb. Cesalpino ai n. 139 (345, *Teucrium montanum* e 346 *Teucrium Polium* L.)

(11) Due *Polygonaton* sono nell'Erb. Cesalpino al n.137 (373 *Polygonatum multiflorum* All., 374 *Pol. verticillatum* All.).

(12) C'è un solo *Psyllium* nell'Erb. Cesalpino al n. 156 (423) rappresentato da un esemplare fiorifero di *Plantago Arenaria* W. et K.

Ptarmica (1).

Piretrum (2).

Pes columbinus maior et minor vulgo dictus, geranio congener (3).

Pimpinella utraque Fuchsij (4).

Pulsatilla vulgo dicta, sunt qui Plinii Staphilodendron esse putant. [Plinii Staphilodendron è cancellato] (5).

Planta hipposelino vel potius perfoliatae similis; flores in umbella luteos fert et semen quale hipposelini sed paulo minus, neque ita atrum.

Planta in maritimis oriens folijs foeniculi crassioribus, candidioribus ad humum procumbentibus, caule admodum ramoso, umbella candida, sunt qui massiliensem seselim esse velint.

Phillirea (6).

Planta ex Creta pro Stachi missa quae tum potius sylvestris salviae species est vel est Marrubio congener.

Ranunculum folijs plantaginis minoris similibus (7) figura strictioribus, tamen non nervosis sed levibus, alioquidem crassis nulla parte divisis, floribus colore figura magnitudine ut reliqua ranunculi genera.

Ranunculum minimum lacteo et pallido flore in Risignani oppidi paludibus quibusdam oritur (8), et aliud radice rapacea parva tamen.

Rhamni genera omnia a Diosc. descripta.

Rhu illud rumicis folijs quod monacorum Rheon vocant (9).

(1) È impossibile decidere a quale delle due *Ptarmica* dell'Erbario Cesalpino corrisponda la specie enumerata nel *Catalogus* dell'orto pisano.

(2) Il *Piretrum* figura tra i semplici spediti al Mattioli dal Ghini nel 1551 e porta nell'elenco il n. 34. Nell'Erbario Cesalpino v'è un solo *Piretrum* al n. 40 (100) uguale al *Peucedanum palustre* Moench.

(3) Il *Pes Columbinus maior* nell'Erb. Cesalp. n. 258 (733) e *minor* (730) sono due specie di *Geranium*.

(4) *Pimpinella minor* in Erb. Cesalp. n. 36 (93) è la *Pimpinella Saxifraga* L.; *Pimpinella romana* n. 40 (101) è il *Tordylium apulum* L.

(5) *Pulsatilla* nell'Erb. Cesalp. n 250 (708) è l'*Anemone alpina* L.

(6) È al n. 61 tra i semplici spediti dal Ghini al Mattioli nel 1551; non manca nell'Erb. Cesalpino, dove si trova al n. 11 (86) ed è il *Rhamnus Alaternus* L.

(7) Potrebbe essere la stessa pianta che nell'Erb. Cesalpino n. 254 (721) è rappresentata dal *Ranunculus ophioglossifolius* Vill.

(8) Nell'Erb. Cesalpino c'è il *Ranunculus aquatilis* (al n. 251 [711-712]) che potrebbe corrispondere alla specie dell'orto pisano; e probabilmente il *Ranunculus bulbosus* L. (n. 256 [725]) rappresenta l'altra specie fornita di *radice rapacea parva*. Entrambe le specie vegetano anche nell'agro pisano.

(9) Un *Rhus cum fructu* figura al n. 33 tra i semplici che il Ghini nel 1551 spedì al Mattioli; è verosimile, ma non oso affermarlo, che questo così detto *Rhus* sia il *Viburnum Lantana* L., chè con questo nome stesso si trova tale pianta nell'Erb. Cesalpino al n. 17 [53].

Rhodia radix hic diutius vivere nequit, duae enim quas habebam, non ultra annum perdurarunt.

Rosa purpurea hortensis non spinosa.

Rosa sylvestris purpurea humilis spinis omnino carens.

Rosa quae muschatula vocatur flore folijs stipato ac pleno.

Rosmarini non coronarij genus quoddam ex Creta delatum, iudicium de illo fieri non potest, quia plantae parvulae hactenus sunt.

Rubus Ideus.

Rutha sylvestris

Ribes germanicum.

Ribes nostrum herbaceo et rubro flore.

Sambucus alpina baccas rubras in racemis congestas ferens (1).

Sempervivum minus maritimum caulibus bicubitalibus et etiam longioribus (2). Sempervivum multiplex.

Sempervivum minimum acerrimi saporis (3).

Serpillum sativum citrij odore (4).

Sesama. Sesamoides magnum ut quidam putant (5).

Seseli Massiliense. Seseli Peloponese ut quidam putant.

Seseli creticum ut quidam volunt (6).

Sideritis genera tria.

Siser.

Sisimbrio alteri odore et sapore similis planta alpina sed folijs Asari, flore candido, radice geniculata intus et extra viridis coloris.

Sisimbrio alteri figura odore et sapore planta similis in sicca terra, non in aquis proveniens, quam Fuchsius pro Iberide pingit.

Smilax arbor seu Taxus (7).

(1) Pare trattisi del *Sambucus racemosa* L., piuttosto che del *S. Ebulus* L.

(2) Forse vi corrisponde la *Suaeda fruticosa* Forsk. al n. 261 (745) dell'Erbario Cesalpino.

(3) Cfr. il placito ghiniano *De sempervivo 3°*, in De Toni G. B. — *I placiti ecc.*, p. 36.

(4) È il *Thymus Serpyllum* L. (Erb. Cesalp., n. 127 [333]).

(5) Con il nome di *Sesamoides maius* è nell'Erb. Cesalpino n. 230 (646) la *Reseda lutea* L. Fu spedito al n. 32 tra i semplici inviati nel 1551 dal Ghini al Mattioli. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti di Luca Ghini*, p. 15 e 41.

(6) Questi così detti *Seseli* sono di difficile identificazione, come avvertiva lo stesso L. Ghini nel placito *De Laserpitio*. « Fateor (egli scriveva nel 1551 al Mattioli) me ita in selinarum cognitione et historia esse intricatum, ut putem me numquam extricare posse aut in veram eorum cognitionem devenire ». Cfr. De Toni. – *Op. cit.*, p. 27. La stessa osservazione vale per le *Sideritis* (forse specie di *Galeopsis* e di *Stachys*) e per il *Siser*.

(7) È il *Taxus baccata* L. che col nome di *Smilax* e *Taxus* nell'Erb. Cesalpino è al n. 10 (31).

Smilax aspra. Smilax levis candida et coerulea (1).

Smilax hortensis multiplex.

Smirnion ut aliqui opinantur (2).

Stechas (3).

Solanum vesicarium et somniferum (4).

Simphitum alterum flore pallente et flore purpureo.

Scrophularia Galiopsis species duplex, altera radicibus tuberosis, altera longis (5).

Sorbus torminalis Plinij (6).

Symphonia herba Plinij.

Syler montanum vulgare duplex.

Spina cervina vulgaris (7).

Tragos herba.

Thimbra sylvestris et sativa (8).

Titimalorum plura genera non descripta a Dioscoride (9).

Thumatulum pomum vulgo dictum rubrum et luteum.

(1) *Smilax aspera* è con lo stesso nome al n. 138 (377) nell'Erb. Cesalpino la vera *Smilax aspera* L.; questa pianta fu esperimentata dal Ghini contro il mal francese. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti* ecc., p. 41 nota 3. Quanto a *Smilax levis* rappresenta una specie di *Convolvulus*, se si voglia riferire a tale Smilax il n. 189 (523) dell'Erbario Cesalpino.

(2) Cfr. De Toni G. B. — *I placiti di Luca Ghini*, p. 15 e 27. La pianta fu spedita nel 1551 al Mattioli, nata da un seme mandato al Ghini da Creta.

(3) Con questo nome nell'Erb. Cesalpino al n. 130 (348) è la *Lavandula Stoechas* L.

(4) Il *Solanum vesicarium* è lo stesso dell'*Halicacabon* (vedi p. 431 nota 8); il *S. somniferum* nell'Erb. Cesalpino al n. 144 (389) è la *Withania somnifera*; il placito ghiniano *De solanno somnifero* attribuisce alla pianta *flores parvos albos cum aliquanta viriditate*, ciò che corrisponde bene alla corolla verde-flavescente della *Withania somnifera*. Cfr. De Toni G. B. — *I placiti di Luca Ghini* pag. 14 e 35.

(5) Sono queste due *Galiopsis* nell'Erbario Cesalpino al n. 172 (470, 469) rispettivamente rappresentate da *Scrophularia nodosa* L. (altera radicibus tuberosis) e *Scrophularia peregrina* L. (radicibus longis).

(6) *Pyrus torminalis* L. è nell'Erb. Cesalp. come *Sorbis torminalis Pli.*, al n. 6 (16).

(7) Non si può riconoscere a quale dei due *Rhamnus* dell'Erb. Cesalpino, n. 4 (10, 11) corrisponda la specie dell'orto pisano. La stessa osservazione vale per il *tragos herba*, chè vi sono due *tragos* nell'Erb. Cesalpino ai n. 105 (267) e 205 (569).

(8) Due *Thymbra* si trovano nell'Erbario Cesalpino, cioè n. 128 (334) *Satureia montana* L. e n. 128 (335) *Hyssopus officinalis* L.

(9) Anche ai tempi del Ghini regnavano molte incertezze sulla definizione delle *Euphorbia* (Titimali). Molte specie se ne trovano nell'Erb. Cesalpino.

Tripholium nigrum magnum (1).

Verbascum candidum foemina albo flore.

Verbascum candidum mas caule valde ramoso, floribus candidis parvis odoratisque.

Verbascum nigrum (2).

Viola purpurea candida, lutea purpuraeque nigrae colore et haec florem multiplici foliorum ordine profert.

Vitis sylvestris quae vulgo maraveglia vocatur flore candido (3).

Veronicae Fuchsij ambae (4).

(1) Che sia la *Psoralea bituminosa* L., nell'Erb. Cesalpino al n. 162 indicata come *Trifolium bituminosum?*

(2) Questi *Verbascum* sono rappresentati tutti nell'Erbario Cesalpino: il *V. candidum foemina albo flore* è al n. 170 (464) ed il *V. candidum mas* ecc., al n. 169 (463) sono il *V. thapsiforme* Schrad.; il *Verbascum nigrum* è al n. 171 (466) il *V. Lychnitis* L.; vedi anche sotto *Blattaria* a pag. 427.

(3) Nell'Erb. Cesalpino al n. 144 (390) c'è, sotto il nome di *Vitis sylvestris*, il *Solanum Dulcamara* L. Col nome di « maraviglia » è però più conosciuta la *Mirabilis Jalapa* L.

(4) Nell'Erb. Cesalpino si trovano la *Veronica foemina* n. 174 (477), *Linaria spuria* Mill. e la *Veronica mas* n. 175 (482), *Veronica officinalis* L.

Studi sulla funzione respiratoria nelle piante acquatiche

per il dott. Giuseppe Gola

Il limo del fondo delle acque stagnanti o lentamente scorrenti costituisce un ambiente favorevolissimo allo svolgersi dei fenomeni di riduzione, sia sotto l'influenza di ordinarie reazioni chimiche, sia sotto quella di organismi viventi: e se le riduzioni semplicemente chimiche sono note da tempo, solo di recente, ed in modo ancora imperfetto, sono note quelle di natura biologica.

Le ricerche di Beejerinck (1) specialmente hanno rivelato l'esistenza di microrganismi dotati di proprietà chimiche diversissime, tutte tendenti a produrre corpi dotati di intenso potere riduttore: così ha luogo la produzione di idrogeno libero, di idrogeno solforato, di solfo libero, e persino scissione di anidride carbonica.

È naturale che sotto l'influenza di agenti così energici, le condizioni entro le quali si svolge la vita delle piante superiori, che eventualmente vi si trovano, siano particolarmente sfavorevoli.

L'osservazione di tali fatti ha attratto da tempo l'attenzione dei botanici, allo scopo di investigare quali fossero i mezzi, coi quali le piante palustri riescono a superare le condizioni avverse in cui vivono.

Le tendenze degli studiosi si rivolsero però a ricercare sopratutto le modificazioni morfologiche, che si osservano nelle piante adattate all'ambiente acquatico, e i fatti riguardanti la biologia, piuttosto che la funzionalità delle piante stesse. Le poche ricerche che si conoscono di indole puramente fisiologica, riguardano in particolare la misura degli scambi respiratori, e ciò ancora solo nelle parti verdi delle piante.

(1) Beejerinck M. W. — *Über die Bacterien welche sich im Dunkeln mit Kohlensäure als Kohlenstoffquellen ernähren können* (Centralb. f. Bakt. II, Abt. XI, 1904; Ref. in Iust's Jahresber, 1904, Abt. II, p. 94).

Invece il modo intimo di funzionare dei tessuti, specialmente nelle condizioni più sfavorevoli, quali sono quelle che hanno luogo nel suolo palustre, e durante l'inizio dello sviluppo delle giovani piantine, quando ancora non si sono formati parenchimi assimilatori e spazii aeriferi, è stato pressochè trascurato dai botanici.

L'oggetto delle presenti ricerche è quello appunto di studiare i particolari della funzione dei singoli elementi e degli organi nelle speciali condizioni di ambiente delle piante palustri, e di chiarire lo scopo al quale debbono servire alcuni composti chimici, che hanno una notevole diffusione in tali piante, come quelli di ferro e di manganese, ed alcuni enzimi aventi stretto legame colla fissazione e col trasporto dell'ossigeno, e quindi comunemente chiamati enzimi respiratori.

Le specie, le quali più delle altre sono nei nostri climi adatte a vivere nelle condizioni più sfavorevoli rispetto all'aerazione dell'ambiente, appartengono al genere *Trapa* tra le Enoteracee e alla famiglia delle Ninfeacee: è sopra queste che io ho rivolto particolarmente la mia attenzione studiandole anzitutto dal punto di vista dei prodotti del ricambio organico, onde mettere in evidenza la natura della loro attività respiratoria.

È noto che le profonde anomalie funzionali che hanno luogo nelle cellule, sono accompagnate anche da profonde alterazioni nella struttura del plasma; onde la constatazione di una alterata funzionalità lascia presupporre una alterata costituzione morfologica del plasma, che è substratum a tale funzione; e se è possibile constatare la presenza concomitante di una anomalia morfologica e funzionale, non si può avere alcun dubbio sulla esattezza della osservazione.

È perciò che allo studio delle alterazioni fisiologiche del plasma nei semi germinanti, ho fatto seguire quello morfologico, dal quale ho ottenuto conferma dei risultati trovati precedentemente.

Un fatto conosciuto da tempo nelle sue linee generali, ma poco studiato, è quello che riguarda la presenza di notevoli quantità di ferro e di manganese nelle piante acquatiche.

Quale sia lo stato di combinazione in cui si trovano questi due elementi, quale la loro localizzazione, con quali organi essi siano particolarmente in rapporto; quale nesso esista tra la localizzazione di questi elementi e la presenza di enzimi respiratori, tutti questi sono problemi che ho cercato di risolvere, onde tentare di emettere con qualche attendibilità delle ipotesi sulla funzione del ferro e del manganese nelle piante acquatiche.

È solo avendo delle nozioni precise sulla funzione dei singoli elementi dei tessuti, sulle condizioni essenziali, alle quali essi deb-

bono soddisfare, e sulle esigenze che essi hanno rispetto all'ambiente esterno, che ci si può fare una idea rispondente al vero della importanza dei diversi organi delle piante acquatiche; alcuni dei quali veramente particolari ad esse sia per la forma, sia per la struttura loro che per la durata transitoria.

In tal modo fondandosi oltre che su basi morfologiche, anche su basi fisiologiche, sarà possibile farsi una idea della biologia di queste piante, che certo tra gli organismi vegetali, presentano le forme più plastiche rispetto all'ambiente.

Infine è questione oggi assai interessante, lo studio della serie dei fatti anomali che si osservano allorchè i processi cariocinetici hanno luogo sotto l'influenza di particolari stimoli chimici, come quelli originati dalla intossicazione per anestetici.

L'alcool che è uno dei primi termini della serie degli anestetici, è un corpo che si forma costantemente durante certi periodi della vita della *Trapa*, e la sua presenza, se è assai interessante per lo studioso che voglia ricercare le cause e le modalità della sua formazione, è pure argomento del massimo interesse per chi cerca l'influenza che esso a sua volta esercita sulla vitalità dei tessuti, nei quali si trova.

Tale studio è poi particolarmente notevole, perchè l'accumulo di alcool ha luogo gradatamente e durante un tempo lunghissimo, rispetto a quello che si impiega nelle ricerche sperimentali, onde sono possibili anche delle assuefazioni all'azione tossica di esso.

Così, studiando le piante acquatiche e palustri sotto il punto di vista della loro composizione chimica, dei corpi che vengono elaborati durante la loro funzionalità, della struttura degli elementi in condizioni normali e anormali di vita, della forma e della funzione degli organi più complessi, credo di essere riuscito a portare un contributo non inutile allo studio di un gruppo di organismi così peculiari sotto il punto di vista biologico.

La conoscenza esatta del meccanismo e delle modalità dei fenomeni respiratori nelle piante acquatiche può avere non solo valore per le scienze pure, ma altresì un interesse pratico, perchè ricerche recenti mettono in relazione i fenomeni patologici della più utile fra le piante acquatiche, il riso, coll'alterata funzionalità respiratoria delle radici (1). Forse uno studio accurato della struttura

(1) Brizi U. — *Intorno alla malattia del Riso detta Brusone* (Rend. Acc. Lincei 1905, XIV, p. 576; id. *Ulteriori ricerche intorno al Brusone del Riso.* (Annuario Istit. Agr. A. Ponti, Milano; vol. V-VI); cfr. anche Gola G. (Ann. R. Acc. Agr. Torino 1906, XLVIII, p. LV).

e della funzione di questi organi in rapporto alla respirazione, potrà fornire delle basi sicure per lo studio della resistenza e della recettività delle diverse razze di *Oryza sativa* rispetto al Brusone.

È mio gradito dovere ringraziare il prof. O. Mattirolo, alle cortesi premure del quale, debbo di aver potuto disporre di eccezionali mezzi di studio nel corso delle lunghe e spesso difficili ricerche.

Parte. I. — La respirazione intramolecolare in alcune piante palustri.

Un esame assai superficiale della natura delle riserve contenute negli organi quiescenti delle piante palustri, ci fornisce una prova dell'adattamento, che molte di esse hanno subito, alle condizioni, nelle quali trascorrono il riposo invernale.

I grassi sono molto diffusi nei tessuti di riserva dei semi di molte specie idrofite; così ne troviamo nei gen. *Sagittaria*, *Alisma*, *Pistia*, *Sparganium*, *Butomus*, *Menyanthes*, *Limnanthemum*, *Montia* (1), *Phellandrium* ecc; è altresì facile osservare come i frutti o i semi di queste piante siano forniti di apparecchi di galleggiamento capaci di permettere loro di fermarsi sulle rive del bacino acqueo (2). In tal modo al momento della germinazione essi si possono trovare in ottime condizioni per quanto riguarda l'accesso dell'aria ai loro tessuti. Il grasso viene senza alcuna difficoltà ossidato e posto in circolazione, costituendo così un ottimo materiale di riserva e contribuendo colla sua piccola densità al galleggiamento del seme.

Nelle Ciperoidee, quantunque siano frequenti le riserve carboidrate, pure si incontra una forte quantità di grassi nelle cellule cubiche più esterne dell'albume; anche i semi delle Ciperoidee sono, dagli annessi apparecchi di galleggiamento, facilmente trasportati in località, dove l'utilizzazione delle riserve grasse può avvenire senza difficoltà.

Assai meno frequenti nelle piante palustri, sono le riserve esclusivamente amilacee; ne abbiamo specialmente nei generi

(1) I semi di *Montia fontana* non sono veramente forniti di apparecchi di galleggiamento, ma tale specie vive in acque così limpide e aerate, che l'ossigeno non viene mai a mancare ai giovani germogli, analogamente a quanto si osserva in altre specie p. e. *Veronica Anagallis*, nelle quali la germinazione si compie ottimamente in fondo ad acque ben aerate e illuminate.

(2) Oltre ai noti trattati di Biologia vegetale, e a quelli particolarmente riguardanti le piante acquatiche, cfr Fauth A. — *Beiträge z. Anatomie und Biologie der Fruchte und Samen einiger einheimischer Wasser und Sumpfpflanzen.* (Beihef. z. Bot. Centrbl. Bd. XV, 327-373-1903).

Nelumbium, *Victoria*, *Euryale*, *Nuphar*, *Nymphaea*, e nel genere *Trapa*.

Come è noto, questi semi non sono di per sè forniti di apparecchi di galleggiamento, e le masse gelatinose che si trovano nei frutti di alcune Ninfeacee non permettono il trasporto di essi ad una distanza tale, da assicurare loro in modo definitivo una stazione sufficientemente aerata.

Assai affini alle riserve amilacee testè ricordate sono quelle cellulosiche dei perispermi delle specie del genere *Canna*.

La presenza dell'amido e della cellulosa nei semi, se ha un effetto dannoso alla loro diffusione per le proprietà idrostatiche che loro impartisce, è al contrario assolutamente indispensabile durante la germinazione, per la mancanza quasi assoluta di ossigeno libero nei luoghi palustri.

Il grasso non manca del tutto ai semi, ma è localizzato in modo particolare; manca quasi totalmente nei perispermi delle Ninfeacee e delle Cannacee; è assai scarso nel grosso cotiledone delle specie del genere *Trapa* abbonda invece nell'embrione delle Ninfeacee e Cannacee. Nella *Trapa*, il grasso si trova specialmente alla base dell'asse ipocotile, intorno alla gemmula e lungo tutto l'asse radicoforo; come si vede lo si trova in quei tessuti dai quali esso non deve emigrare per essere utilizzato, ma bensì in quelli le cui cellule hanno una funzionalità che si svolge specialmente durante l'accrescimento, e nelle quali il grasso può trovare impiego nella costituzione della clorofilla, e in genere dei plastidii, senza subire profonde trasformazioni.

Come si vedrà più oltre, nella *Trapa* parte di questo grasso non è nemmeno utilizzato durante lo sviluppo della piantina, ma vi permane inalterato.

È naturale che una così grande riserva di idrati di carbonio, vale a dire di corpi capaci di essere rapidamente trasformati nell'alimento più assimilabile dal plasma vivente, come è il glucosio, sia perfettamente adatta ad assicurare un pronto sviluppo alla giovane piantina. Ma questo stesso rapido sviluppo richiede una funzionalità così intensa, che è necessaria anche una notevole sorgente di energia; tale energia è di norma fornita negli organismi viventi da fenomeni di ossidazione, e noi sappiamo quanto elevata sia la produzione di anidride carbonica durante la germinazione dei semi. Nel caso delle piante palustri, che sto studiando, l'afflusso di ossigeno necessario per tale scopo non può aver luogo come normalmente.

È quindi logico pensare che, date le condizioni di vita, per dir così anaerobiche, di queste piante, gli inizii della germinazione deb-

bano dar luogo a fenomeni anomali di respirazione, e con tutta probabilità a quelli che si verificano solo sperimentalmente nelle piante più elevate, e che sono normali in parecchie tra le più semplici, viventi in condizioni analoghe a quelle di alcune piante palustri (1).

Alcuni saggi preliminari mi persuasero presto che realmente nella *Trapa natans* ha luogo la formazione dei prodotti caratteristici della respirazione anaerobica; e poichè durante la quiescenza dei semi, lo spessore del tegumento carpellare e più ancora l'ambiente riduttore del limo oppongono una difficoltà al compiersi degli scambii respiratorii, ho creduto opportuno iniziare le ricerche dello studio di questi scambii durante il periodo di svernamento.

I semi che ho potuto avere in quantità sufficiente a questo scopo, furono soltanto quelli di *Trapa natans* e *T. verbanensis;* ho tentato altresì lo studio dei semi di *Nymphaea alba* e di *Nuphar luteum*, ma non mi è stato possibile eliminare tutti i semi caduti in putrefazione, nei quali la presenza dell'alcool avrebbe avuto tutt'altro significato e tolto ogni attendibilità ai risultati.

Spaccavo i frutti di *Trapa* e ne estraevo il contenuto ponendolo subito nell'acqua, alla quale aggiungevo un po' di paraffina, onde impedire lo schiumeggiare del liquido durante la distillazione; operavo la scelta dei frutti colla massima cura, onde evitare ogni traccia di tessuto non perfettamente sano e quindi soggetto eventualmente ad una fermentazione alcoolica di origine putrefattiva. Circa settanta frutti in duecento cc. di acqua erano sufficienti per una esperienza; distillavo quindi il tutto in corrente di vapor d'acqua, fino a raccogliere 60-80 cc. di liquido. Mi era facile con poche goccie di esso ottenere la colorazione verde con bicromato di potassio e acido solforico concentrato; con una metà del liquido rimanente ottenevo la formazione del iodoformio mediante iodio e idrato potassico, e infine nella porzione residua ricercavo col nitrato d'argento ammoniacale la presenza dell'aldeide acetica, la quale, come è noto, ha comune coll'alcool etilico la proprietà di ridurre l'acido cromico e quella di formare iodoformio.

Le prime due reazioni mi fornirono sempre risultato positivo, al contrario non riuscì mai a dimostrare la presenza di aldeidi.

Poichè la quantità di frutti dei quali disponevo non era sufficiente per isolare in quantità l'alcool, che era da ritenersi contenuto nel distillato, limitai i saggi analitici a quelli ora indicati, riservandomi di completarli l'anno seguente con maggior quantità

(1) Cfr. Gola G. — *Sulla respirazione intramolecolare nelle piante palustri.* Nota preventiva. Atti R. Acc. Scien. di Torino, 1905, Vol. XL.

di materiali, e specialmente con semi germinanti. Lo studio di piante in via di sviluppo, mi fornì infatti risultati di grande interesse e potei così ottenere specialmente dai giovani germogli delle notevoli quantità di distillato, le quali presentavano molto intense le reazioni che ho più sopra descritte.

Riunendo insieme numerose porzioni di distillato e sottoponendole a distillazioni ripetute e frazionate, onde liberarle dall'enorme eccesso di acqua, io potevo eventualmente separare dei prodotti alcoolici bollenti a temperatura diversa che l'alcool. Anzitutto potei escludere con sicurezza la presenza di tali corpi, ed anche nelle primissime porzioni del liquido che distillava a 80° non ottenni mai le reazioni caratteristiche delle aldeidi e degli acetoni.

Sul liquido alcoolico ottenuto dalla distillazione tra 80° e 95°, (come è noto il punto di ebollizione dell'alcool si innalza notevolmente col crescere del contenuto in acqua) potei eseguire i seguenti saggi:

Bicromato di potassio e H_2SO_4 concentrato: colorazione verde e sviluppo di aldeide acetica, riconoscibile dall'odore e dalla riduzione del nitrato d'argento ammoniacale, del quale avevo imbevuto una cartina, esponendola ai vapori che si svolgevano.

Nitrato d'argento ammoniacale: risultato negativo.

Idrato potassico e iodio: formazione di iodoformio.

Ioduro di potassio iodurato e idrato ammoniaco: reazione negativa.

Acido acetico glaciale e H_2SO_4: formazione di etere etilacetico riconoscibile all'odore.

Cloruro di benzoile e idrato sodico: formazione di etere etilbenzoico.

Dal complesso di queste reazioni credo di poter affermare con sicurezza l'esistenza di alcool etilico nelle piante germinanti di *Trapa natans* e *T. verbanensis*.

Accertatane l'esistenza mi occupai di ricercare quale fosse la distribuzione di questi corpi nei vari organi della pianta e a quali funzioni si trovasse specialmente legata la sua presenza, onde stabilire il valore fisiologico.

La presenza dell'alcool è costante in tutti gli organi della pianta durante la quiescenza e nei primi periodi della germinazione; la quantità maggiore si trova nell'organo di riserva e, in dosi progressivamente minori, nel radicoforo, nella gemmula e nelle giovani radici; ma quando la pianta è cresciuta in sviluppo tanto da dare origine alla rosetta di foglie galleggianti, il che avviene circa un mese dopo l'inizio della germinazione, allora si osservano delle particolarità interessanti riguardo alla distribuzione dell'alcool.

Le radici affondate nella melma contengono sempre dell'alcool, sebbene in piccola quantità, invece la quantità dell'alcool nella porzione caulinare e fogliare è soggetta a variazioni diurne, le quali mi fecero sospettare che su questo fatto avesse influenza l'attività della funzione assimilatrice.

Eseguii allora numerosi saggi in varie ore della giornata vale a dire verso le ore 3 ant., quando terminava la notte e le piante potevano risentire al massimo gli effetti della sospensione dell'attività assimilatrice, alle ore 10 ant., alle ore 16 pom. e al cader del sole.

I risultati furono i seguenti:

Ore 3 ant. *Riserva dei semi.* — Reazione positiva e intensa dell'alcool; negativa quella delle aldeidi.

Radici nere affondate nella melma. — Traccie di alcool; reazione negativa delle aldeidi.

Porzione caulinare e radicale sommersa, ma verde. — Alcool assai abbondante; reazione negativa delle aldeidi.

Rosetta fogliare galleggiante. — Reazione negativa dell'alcool e delle aldeidi.

Ore 10 ant. *Riserva dei semi.* — Alcool abbondante come sopra.

Radici nere. — Traccie di alcool come sopra.

Porzione caulinare e radicale sommersa. — Reazione debole di alcool; negativa quella delle aldeidi.

Rosetta fogliare galleggiante. — Reazione negativa dell'alcool; positiva quella delle aldeidi;

Ore 4 pom. *Riserva dei semi.* — Alcool sempre abbondante come nelle altre ore della giornata.

Radici nere. — Presenza di piccole quantità di alcool indicata dalla formazione dell'iodoformio; come sempre mancanti le aldeidi.

Porzione caulinare e radicale sommersa. — Formazione ben evidenti di iodoformio; mancanza di colorazione verde con bicromato di potassio e acido solforico; riduzione del nitrato d'argento ammoniacale.

Rosetta fogliare galleggiante. — Formazione di tracce di iodoformio; reazione negativa col bicromato di potassio e acido solforico; riduzione del nitrato d'argento ammoniacale.

Ore 7,30 pom. Risultati perfettamente eguali a quelli ottenuti alle ore 4 pom.

Le esperienze che mi fornirono tali risultati furono ripetute assai di frequente durante il periodo che va dalla formazione della rosetta galleggiante allo sviluppo dei primi fiori.

Nelle piante più evolute il cotiledone amilifero aveva quasi esaurito tutte le sue riserve, e l'amido ne era pressochè scomparso; tuttavia la presenza dell'alcool si verificava costantemente; però occorreva fare molta attenzione nella scelta dei semi da distillare, perchè quelli completamente esauriti erano facilmente invasi da microrganismi e specialmente dal *Bacillus amylobacter* nella sua forma caratteristica dei substrati ricchi di amido, vale a dire avente il plasma colorabile in bleu violetto coi reattivi iodici.

Il complesso dei numerosi saggi eseguiti non lascia più alcun dubbio che la sede principale della formazione dell'alcool stia nel tessuto di riserva del cotiledone, e che da questo centro l'alcool venga trasportato, insieme colle soluzioni dei materiali nutritizii, in tutti gli altri organi in via di sviluppo.

L'ossidazione di esso non può avvenire nelle radici nere immerse nel limo riduttore ed ivi permane costante in tutte le ore della giornata; nella porzione sommersa (caule e radici avventizie) il sistema assimilatore è relativamente poco sviluppato specialmente allorchè le rosette apicali stipate le une presso le altre sulla superficie dell'acqua intercettano l' illuminazione dello strato profondo dell'acqua: inoltre il sistema di lacune capace di immagazzinare l'ossigeno non è così sviluppato da assicurare durante la notte l'ossidazione dell'alcool che vi arriva.

Tale difficoltà non si verifica nella rosetta dove abbondante e attivissimo è il sistema assimilatore, e dove le ampie lacune che provvedono al galleggiamento possono immagazzinare una quantità di ossigeno tale, da impedire la permanenza dell'alcool anche durante la notte.

Come è noto, la funzione di assimilazione dà luogo alla formazione di prodotti capaci di ridurre il nitrato d'argento ammoniacale e tra questi è l'aldeide formica (1); è degno di nota il fatto della presenza di questo corpo riduttore, indice di attività assimilatrice, in quegli organi e in quei periodi di tempo nei quali si verifica la assenza dell'alcool.

(1) Pollacci G. — *Intorno alla presenza dell'aldeide formica nelle piante.* Atti Ist. Lombardo 1899. — Id. *Intorno all'assimilazione clorofilliana.* Memoria I. Atti Ist. Bot. di Pavia. Vol. VII, 1899.

In tal modo io vengo a escludere per questo caso l'ipotesi di una formazione di alcool direttamente nei diversi organi, ipotesi che, se non per la *Trapa*, è stata da alcuni autori ammessa per altre piante verdi; e vengo invece ad affermare che si tratta realmente di una formazione di alcool sotto l'influenza di una vita anaerobica, analogamente a quanto si osserva in molti funghi.

Si ammise infatti che la produzione di alcool fosse l'effetto normale dell'azione di un fermento presente se non in tutte, almeno in molte cellule vegetali. Mazé p. e. riferendosi ad esperienze sue e di altri ammise che « on doit trouver l'alcool de préférence dans les cellules où la nutrition est la plus active et non dans les tissus profonds du végétale » (1). Ora è da notare che nel caso delle piante da me sperimentate, la quantità di alcool presente era sempre in misura inversa alla funzionalità dei tessuti. È certo infatti che il cotiledone amilifero della *Trapa* durante gli ultimi periodi della sua funzionalità, quando già è ben evoluto il sistema assile e fogliare, non si può nemmeno lontanamente paragonare per attività ai tessuti della rosetta, dove è intensa e rapida la formazione degli organi fogliari nuovi e degli apparati riproduttori.

Del resto la respirazione anaerobica in tessuti parenchimatici delle piante superiori, se, come credo, si osserva per la prima volta direttamente in natura nel caso che vado studiando, è stata già osservata sperimentalmente. Inoltre si è dimostrato quanto a lungo si possa far durare la vitalità nelle piante superiori, malgrado la respirazione anaerobica e come questa duri finchè a disposizione del plasma si trovino quantità sufficienti di materiali nutritizii (2). Caso questo che si verifica appunto nella *Trapa*, dove si trova sempre amido in quantità, dove l'idrolisi di questo permette l'esistenza di notevoli quantità di glucosio, dove appunto il completo esaurimento delle riserve amilacee coincide colla invasione dei microrganismi e la distruzione del seme (3).

(1) Mazé. — *Comptes Rendus* 1899. T. CXXVIII, p. 1608.

(2) Palladine W. — *Sur le role des Hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie chez les plantes supérieures.* Rev. Gen. de Bot. VI, 1894, p. 701. — Nabokich A. J. — Ber. d. Deut. Bot. Gesell. 1901 XIX.

(3) L'alcool etilico si trova qua e là nelle piante e non si deve sempre attribuire alla sua presenza il significato di prodotto di una respirazione intramolecolare. Maquenne ha trovato l'alcool etilico in diverse piante. (Compt Rend. CI, 1885). Non ha certamente significato di fermentazione alcoolica la presenza di alcool etilico libero in quegli organi dove sono abbondanti anche i suoi derivati eterei, come nei frutti di alcune ombrellifere: *Heracleum*, *Pastinaca*, ecc. Gutzeit. Ann. der Chemie, 240, p. 243 — Gerther. Ann. der Chemie, 240, p. 209) estrasse alcool etilico dai rizomi di *Acorus Calamus*.

Ho ricercato la presenza dell'alcool etilico anche nei rizomi della *Nymphea alba* e dal *Nuphar luteum* durante la quiescenza e durante il germogliamento. Raccolsi in autunno avanzato una quantità di questi rizomi e li posi a svernare in una vasca alla temperatura media di 4°-6° cent. Durante l'inverno e la primavera, a periodi di 20-30 giorni dapprima, poi di 8 in 8 giorni, prendevo alcuni di tali rizomi per sottoporli a distillazione.

Lavavo accuratamente la loro superficie ed asportavo poi con un coltello la parte esterna, onde sottoporre a distillazione solo porzioni vive e sane; allorchè il sistema fogliare si era sviluppato, lo distillavo a parte dopo accurata lavatura.

Nei rizomi quiescenti ed in quelli in sviluppo, fino al mese di aprile, riscontrai sempre positive le reazioni che mi avevano fatto riconoscere l'alcool nella *Trapa*; nell'apparato fogliare non riuscii mai a riconoscere alcool che nelle prime ore del mattino, e mai a giorno alto.

Eseguii inoltre una sola esperienza sui rizomi di *Nelumbium speciosum*, i quali, come è noto, sono provvisti, in grado ancor maggiore che quelli di *Nymphaea*, di ampî sistemi di aerazione; il pezzo sottoposto ad esame fu raccolto nel pomeriggio e mi fornì risultati negativi.

Alcune ricerche recenti hanno fatto vedere come la vita degli organismi vegetali in condizioni di asfissia, caratterizzata dalla produzione di alcool etilico, sia accompagnata da particolari modificazioni nella struttura del plasma e del nucleo delle cellule asfittiche. Anche nel caso della *Trapa natans* ho potuto osservare dei fatti analoghi nel tessuto di riserva dei semi; a tale scopo ho raccolto semi in stadii diversi della loro germinazione e li ho sottoposti a ricerche citologiche. I pezzi furono fissati in alcool e sublimato, o in acido picroacetico, e colorati con Sudan III, Fuxina, Verde all'iodio, Safranina, Ematossilina ferrica secondo il metodo di Heidenhain e colla miscela triacida di Ehrlich.

Il parenchima cotiledonare è costituito da cellule molto ampie, poliedriche (70-80 μ) riempite di granuli d'amido di dimensioni piuttosto grandi, ma assai variabili, e di granuli di aleurone in quantità press'apoco eguale a quella dei granuli d'amido.

Questi sono di figura ovoidale e ricordano quelli di *Maranta*; l'ilo però in essi è quasi centrale, le striature sono molto evidenti. I granuli d'aleurone hanno forma lenticolare, sono angolosi, di dimensioni variabili tra 1 e 7 μ e sono privi di globoidi e di cristalloidi. Nelle cellule periferiche sottoepidermiche i granuli d'amido

sono quasi mancanti e l'aleurone riempie quasi tutto il lume cellulare (1).

Il plasma è scarso, difficile da scorgere per la massa dei composti di riserva che si stipano nel cavo cellulare e il nucleo è assai piccolo, addossato alla parete, visibile quando il seme è immaturo, e quasi impossibile a scorgersi a maturità: torna a essere facilmente visibile allorchè, a germinazione avanzata, le riserve sono scomparse. La sua colorabilità è sempre assai limitata; vi si osserva un solo nucleolo o al più due, e durante tutto il corso della germinazione non presenta, a quanto pare, particolarità degne di nota.

Le riserve grasse sono molto ridotte e il poco grasso che esiste in questi semi ha altresì una localizzazione speciale: manca nelle cellule periferiche, è ridotto a pochissime gocce nelle cellule del parenchima di riserva propriamente detto, ed è più abbondante nel tessuto fibro-vascolare che innerva il cotiledone.

Le cellule relativamente più ricche di grasso, si trovano alla base dell'asse ipocotile, dove comincia a differenziarsi questo organo assile: e più ancora lungo questo stesso organo e lungo l'asse ipocotile: in tali tessuti tutti gli elementi sono ripieni di goccioline di grasso, eccettuati quelli che si trovano attorno alla gemmula e quelli costituenti la gemmula stessa.

È interessante conoscere questa distribuzione del grasso per spiegare alcuni fatti che si osservano nel periodo germinativo.

Le prime riserve che sono idrolizzate durante la germinazione, sono quelle proteiche: i granuli di aleurone subiscono un debole rigonfiamento iniziale, poi le loro dimensioni vanno gradatamente diminuendo col progredire dell'idrolisi. L'amido vien disciolto in gran parte più tardi e la solubilizzazione di esso ha luogo senza rigonfiamenti e senza la formazione di particolari figure di corrosione; i granuli conservano fino all'ultimo le loro striature e l'ilo perfettamente visibile.

Allorchè le cellule si sono svuotate delle riserve, il loro contenuto appare ridotto a un piccolo nucleo che ha quasi perduto tutte le proprietà cromofile, a numerosi piccoli granuli proteici colorabili difficilmente coi metodi ordinari e a poche gocciole di grasso.

Le scarse riserve grasse dei semi di *Trapa* permangono pressochè inalterate durante la germinazione.

È specialmente lungo i fasci vascolari che spiccano immutate le gocciole di grasso nel tessuto di riserva: oltre che l'osservazione

(1) Gibelli G. e Ferrero F. — *Ricerche di anatomia e morfologia intorno allo sviluppo dell'ovolo e del seme della* Trapa natans L. (Malpighia, V, 1893).

microscopica di sezioni colorate; anche un dosaggio quantitativo può servire a mettere in evidenza questa permanenza del grasso nelle riserve durante il periodo germinativo.

Io ho preparato dei campioni di 20 semi ciascuno in due diversi periodi di germinazione e durante la quiescenza: li ho seccati, polverizzati, ho eliminato l'acqua fino a peso costante e li ho sottoposti ad estrazioni con etere in un apparecchio di Sochxlet.

Ho eseguito il dosaggio impiegando un numero costante di semi in ogni campione e con un peso eguale di materia secca onde evitare che l'idratazione dapprima, e quindi la soluzione delle riserve carboidrate e proteiche, dando luogo rispettivamente ad un aumento e ad una diminuzione di peso, potessero essere causa di variazioni relative nella quantità di grassi, variazioni troppo difficili a valutarsi.

Col metodo da me seguito ho avuto cura di scegliere campioni assolutamente omogenei, e la quantità relativamente grande di sostanza secca impiegata permette di eliminare ogni dubbio sulla esattezza dei valori da me trovati sulla quantità assoluta del grasso.

I valori ottenuti dalla media di due analisi per ciascuna delle due condizioni, nelle quali si trovavano i semi sono i seguenti:

Semi quiescenti novembre 1904 N. 20 Grasso gr. 0,1426
Semi a avanzato sviluppo delle
piantine 4 luglio 1905 . . . . . N. 20 Grasso gr. 0,1478

Anche se si vuol prescindere dal lievissimo aumento del contenuto in grasso nei semi germinati, che si può benissimo spiegare con una differenza inevitabile tra campione e campione, è fuori di dubbio che il grasso non viene assorbito durante la germinazione, anzi è da ritenersi che se ne formi del nuovo.

Infatti, come ho già rilevato più sopra, una notevole quantità di grasso si trova nella porzione assile dell'embrione (asse ipocotile e radicoforo); ora tale porzione che nei semi quiescenti entra a far parte del campione per l'analisi, a germinazione avanzata, essendo espulse fuori dal tegumento per l'accrescimento intercalare degli organi sopra ricordati, non fa più parte del campione stesso. È naturale che io abbia tralasciato di valermi della porzione esterna assile per la formazione dei campioni d'analisi, perchè l'intensa attività fisiologica che ha luogo in questi organi può dar luogo anche alla formazione di nuovi grassi.

La quantità di questi corpi che si trova nella porzione assile dei semi quiescenti è piuttosto notevole; io ho potuto eseguire una sola determinazione di grasso tenendo distinta la porzione cotile-

donare da quella assile; in questa ultima ho trovato esistere il 14 per cento della quantità totale contenuta nei semi.

Si deve quindi ammettere che non solo la mancanza dei fenomeni di ossidazione dei grassi contenuti nel seme di *Trapa*, ma addirittura la formazione di nuove quantità di grasso, sia da annoverarsi tra i fatti che hanno luogo durante la quiescenza e la germinazione di tali semi.

Occorre quindi studiare come abbia luogo tale formazione e quale valore fisiologico si debba ad esse attribuire.

Matruchot e Molliard nelle loro ricerche sulla fermentazione anaerobica (1) di alcuni tessuti parenchimatici, hanno posto in rilievo il fatto interessante che, se si tolgono le cause che hanno dato luogo all'asfissia, e si fa pervenire ai tessuti una sufficiente quantità di ossigeno, avviene nelle cellule una intensa degenerazione grassa sia del plasma che del nucleo.

Già durante il periodo dell'asfissia ha luogo la formazione di fini gocciole oleose, le cosidette goccioline asfittiche, ma la formazione intensa di grasso la si ha specialmente a termine dell'asfissia.

Nei semi di *Trapa* si trovano appunto sempre più o meno evidenti i caratteri citologici dell'asfissia, rilevati da Matruchot e Molliard nei parenchimi dei frutti e dei tuberi; tuttavia nel maggior numero dei casi da me osservati la degenerazione si limitava alla formazione delle goccioline asfittiche, più di rado si aveva degenerazione più avanzata, e ciò tanto negli individui coltivati per esperimento nell'Orto botanico, quanto in quelli liberamente cresciuti nel Lago di Candia presso Ivrea.

Ho studiato particolarmente quelli stati coltivati, dei quali io seguivo lo sviluppo e conoscevo esattamente le condizioni d'ambiente e potevo così con sicurezza apprezzare le relazioni tra i fatti che andavo osservando e le cause che potevano averli provocati.

Durante la germinazione l'asse radicoforo non inverdisce se l'illuminazione di esso non è molto intensa; onde naturalmente, se il seme è di molto affondato nella melma, l'asse ipocotile deve allungarsi di molto e persino di 30 cm. onde porre la gemmula e l'asse radicoforo in condizioni di poter iniziare lo sviluppo delle radici secondarie. Nei semi, che si trovano in condizioni sfavorevoli, l'inverdimento ha luogo con un certo ritardo rispetto a quelli situati negli strati più superficiali della melma; il ritardo corrisponde appunto al tempo necessario per allungar maggiormente l'asse ipocotile. In tal modo la

(1) Matruchot L. et Molliard M. — *Recherches sur la fermentation propre.* Rev. Gén. de Bot., XV, 1902, p. 193.

vita assolutamente asfittica del seme si compie per un tempo più lungo che normalmente, onde i suoi effetti sono così più evidenti: ma all'esame citologico, non si osserva tuttavia nulla di speciale. Che le condizioni di vitalità della pianta non siano profondamente alterate, lo prova il fatto che quando il giovane germoglio si è messo in grado di inverdire alla luce, il suo sviluppo ha luogo in modo identico a quello degli altri germogli.

I semi dei quali ho testè fatto cenno, e che erano più degli altri sottoposti a vita asfittica, mi fornirono principalmente il materiale per lo studio delle degenerazioni cellulari causate dall'asfissia.

Dopo un certo tempo di germinazione nell'oscurità, quando l'accrescimento intercalare degli organi assili pareva aver raggiunto il suo massimo, fissai alcuni di tali semi negli ordinarii liquidi fissatori, onde servirmene di controllo, e posi gli altri in una vasca alla luce in condizioni identiche a quelle dei semi germinanti normalmente. Allorchè le porzioni assili cominciarono a inverdire, e più tardi, a sviluppo avanzato, raccolsi e fissai i semi per lo studio.

Oltre i semi germinati in queste condizioni, mi servii di altri sviluppatisi normalmente nelle vasche dell'Orto botanico e di altri raccolti nel Lago di Candia.

La colorazione che mi fornì il miglior risultato fu quella con ematossilina ferrica col metodo di Heidenhein seguita da un passaggio in Sudan III; buoni risultati mi fornirono pure il trattamento con acido osmico e la colorazione successiva con safranina: così pure per lo studio del parenchima in un periodo non molto avanzato della germinazione, ottenni colorazioni assai istruttive colla miscela triacida di Ehrlich.

Durante la quiescenza e all'inizio della germinazione la riserva di amido e di aleurone non presenta nulla di particolare; i granuli d'amido non perdono mai la loro forma e la loro striatura, i granuli di aleurone si rigonfiano dapprima, poi si vanno sciogliendo e spezzando in granuli minori e le colorazioni col Sudan III o coll'acido osmico non mettono in evidenza la presenza di grassi: anche se le sezioni sono passate in acqua di Iavelle in modo da togliere tutto il plasma, si ha appena col Sudan III una leggera colorazione diffusa: che non autorizza per nulla ad ammettere la presenza di grassi.

Col progredire della germinazione i granuli di aleurone presentano tra loro delle differenze, alcuni di essi fissano la colorazione col Sudan III, e riducono l'acido osmico, mentre altri, i più grossi, conservano i caratteri primitivi mantenendosi indifferenti rispetto ai reattivi dei grassi. Il trattamento con acqua di Iavelle permette

di porre in evidenza la presenza di goccioline di grassi interposte tra i diversi granuli d'amido.

A germinazione più avanzata nelle piante normali, ed in quelle eziolate e trovantisi quindi per un periodo più lungo in condizioni di vita asfittica, appaiono evidenti le goccioline di grasso sparse nel plasma, senza che occorra prima la distruzione di questo per metterlo in evidenza: poichè in questo periodo i granuli d'amido sono in gran parte stati assorbiti, il plasma appare tutto foggiato a guisa di rete, a maglie assai larghe le une, e le altre assai più piccole. Le prime sono evidentemente da attribuirsi agli spazi lasciati liberi dai granuli d'amido, le seconde invece ad una struttura propria assunta dal plasma in tale periodo; si osservano qua e là numerose granulazioni proteiche evidentemente riferibili ai granuli di aleurone, ma che ne hanno perduto in parte la proprietà; così mentre nei semi quiescenti essi si colorivano in rosso mogano colla miscela di Ehrlich, assumono ora una tinta violetta; in mezzo a queste granulazioni proteiche appaiono delle finissime goccioline di grasso aventi frazioni di μ di diametro, di rado se ne trovano alcune aventi un diametro maggiore del μ.

Il trattamento delle sezioni di tali semi con acqua di Iavelle permette di osservare un fatto molto rilevante: infatti se, dopo questo trattamento, si pone in evidenza il grasso mediante il Sudan III, si vede che esso appare in quantità assai maggiore che non nelle sezioni che non sono state passate in acqua di Iavelle. Si tratta qui di semplice apparenza dovuta al confluire delle singole goccioline di grasso o di un reale aumento nella quantità di grasso dovuta al mettersi in libertà di esso per l'azione ossidante dell'ipoclorito sulla molecola proteica?

Io non sono in grado di risolvere il problema, ma mi limito a rilevare che in favore di questa seconda ipotesi sta il fatto che la degenerazione grassa del plasma asfittico si verifica appunto quando, al termine dell'asfissia, l'ossigeno che sopraggiunge esercita una energica azione distruttiva sulla molecola albuminoide.

Nei semi che hanno superato il periodo asfittico (come in quelli tenuti a lungo all'oscuro e poi posti nelle condizioni normali di vegetazione), ed in parecchi di quelli che in natura hanno dato luogo a piante in avanzato sviluppo, si osserva che i granuli d'amido e quelli di aleurone sono totalmente o quasi scomparsi dalle cellule, e non residua che un plasma enormemente ricco di acqua che impartisce al parenchima un aspetto traslucido particolare; il plasma è a struttura finamente reticolare, e contiene non più le minutissime goccioline di grasso che si osservano negli stadii precedenti,

ma goccioline meno numerose e più grandi. Le maggiori occupano i punti nodali del reticolo, le minori si dispongono in linea lungo le maglie del reticolo stesso; il trattamento con acqua di Iavelle non mette in rilievo una quantità apprezzabilmente maggiore di grasso; le goccioline confluiscono però in altre maggiori.

Il nucleo presenta delle difficoltà grandissime allo studio; la sua piccolezza, la sua debolissima colorabilità, la difficoltà di poterlo mettere in evidenza, allorchè le cellule sono ancora ripiene di materiali di riserva, non permettono di fare dei confronti sufficienti e di seguirlo nei varii periodi della sua vita asfittica.

Ho dovuto limitarmi ad osservarlo nei semi immaturi allorchè non si è ancora accumulato materiale di riserva, e nei semi che hanno sofferto profonda asfissia o dato luogo a piante ben sviluppate.

Le dimensioni del nucleo non variano di molto; ma non si può con questo negare un eventuale rigonfiamento di esso per causa dell'asfissia, perchè nel seme immaturo, allorchè il nucleo ha ancora una notevole importanza nello svolgimento della vita cellulare, esso poteva avere dimensioni maggiori che non all'inizio della quiescenza.

Il solo fatto che ho potuto rilevare con sicurezza è una struttura finamente reticolare di esso ed una frammentazione dei nucleoli; se questi fatti siano da riferirsi all'asfissia o ad un semplice invecchiamento del nucleo, io non ho dati per stabilirlo.

I fatti che sono andato descrivendo per quanto ha riguardo alla degenerazione grassa del contenuto delle cellule del parenchima della *Trapa*, non si svolgono sempre esattamente come li ho esposti; la descrizione che ne ho data rappresenta i fenomeni come si svolgono nella maggior parte dei casi, ma non in tutti.

Spesso la formazione delle gocciole di grasso ha luogo precocemente durante la quiescenza; e così pure la degenerazione grassa dei granuli di aleurone, rivelabile specialmente dopo trattamento con acqua di Iavelle, si osserva nei primi periodi della germinazione e invade non solo i granuli più piccoli prodotti dalla frammentazione della quale ho fatto cenno, ma anche granuli di dimensioni maggiori del solito.

Anche in piante ad eguale stadio di germinazione e viventi in ambiente identico si osservano delle differenze apparentemente inesplicabili: queste riguardano specialmente l'utilizzazione dell'amido. In molti casi le cellule sono completamente vuotate di questa riserva, in altri casi esse non sembrano diminuite di molto. Ciò si riconosce già a prima vista allorchè si spaccano i frutti per

studiarli; in alcuni il contenuto si presenta bianco opaco, dall'aspetto solito che presentano i tessuti ricchi di amido, in altri esso appare traslucido, come i parenchimi ricchi di succhi e privi di aria; la consistenza però dei tessuti di questo ultimo tipo è solida, e non si può in nessun modo confondere con quella che si osserva nei casi nei quali ha avuto luogo l'invasione di microrganismi.

Il fatto della mancata utilizzazione di buona parte dell'amido, che ho osservato per lo meno nel 50 % dei semi da me studiati, costituisce una ottima prova dell'adattamento all'asfissia per parte di questa pianta.

È noto, infatti, che le condizioni di anaerobiosi richiedono una usura grandissima di materiale nutritizio, sempre molto maggiore di quella richiesta in condizioni normali, e che una cellula di un organismo abituato a vita aerobica può sopportare tanto più a lungo la mancanza di ossigeno, quanto più sono abbondanti le quantità di sostanze nutritizie che può utilizzare. Nel caso della *Trapa* si osserva appunto una enorme riserva di amido, affatto sproporzionata alla mole della pianta e al periodo di tempo, nel quale il germoglio non è in grado di bastare a sè stesso.

Fintantochè esiste materiale carboidrato, e le condizioni respiratorie si mantengono costanti, e ha luogo solo la degenerazione in fini goccioline, ma quando termina l'asfissia e specialmente allorchè l'afflusso di ossigeno coincide coll'esaurimento quasi totale delle riserve di idrati di carbonio, ha luogo la distruzione totale del plasma e la messa in libertà di quantità maggiori di grasso.

Come ha luogo l'afflusso di ossigeno al parenchima del cotiledone amilifero? Appena si è iniziato lo sviluppo dell'asse ipocotile, il tessuto ipodermico di esso presenta nelle sue cellule un forte aumento di volume, onde queste assumono una conformazione sferoidale lasciando ampii spazi intercellulari. Il tessuto lacunoso, che così viene a formarsi, si continua direttamente da un lato con quello che si sviluppa nel caule della pianta adulta, e dall'altro si estende fino all'innervazione del tessuto fibro-vascolare nel parenchima del grasso cotiledone.

Più sopra ho già fatto rilevare come a sviluppo avanzato della pianta, l'attività assimilatrice della porzione verde riesca durante le ore del giorno a fornire di ossigeno tutta la parte sommersa della pianta, permettendo la distruzione di tutto l'alcool che si viene formando nel cotiledone; in questo periodo del giorno, quando le lacune del tessuto ipodermico sono più ricche di ossigeno, può anche aver luogo l'afflusso di esso alle porzioni del parenchima cotiledonare più prossime all'asse ipocotile: infatti è appunto in questa porzione

che è facile osservare più evidente la degenerazione grassa riferibile a fatti post-asfittici.

I fenomeni che ho rilevato finora e che hanno luogo negli elementi del tessuto di riserva del seme di *Trapa natans* concordano abbastanza esattamente con quelli descritti da Matruchot e Molliard a proposito dell'asfissia sperimentale di alcuni parenchimi di frutti e di radici, e questi fatti istologici, e quelli chimici che ho più sopra studiato, credo non lascino alcun dubbio per affermare che i semi germinanti della *Trapa natans* vanno normalmente soggetti ad una vera e propria respirazione intra-molecolare.

Parte II. — **Il ferro, il manganese e gli enzimi respiratorii nelle piante acquatiche.**

Nello studio dei varii organi di alcune piante palustri, ed in particolare di quelli delle specie del genere *Trapa*, l'osservatore rimane subito colpito dalla colorazione intensamente nero violacea che assumono alcuni di essi; tale colorazione, come è abbastanza facile rilevare, è dovuta alla presenza di tannato di ferro.

Se dalle poche piante che presentano organi così colorati e quindi così evidentemente ricchi di composti di ferro, si estendono le ricerche ad altre specie acquatiche, non è più dato di riconoscere in esse tali tannati, ma una analisi chimica dimostra facilmente che, se anche manca un tale gruppo di composti, non manca tuttavia la presenza di una notevole quantità di ferro.

La quantità di questo elemento, che si può trovare nelle ceneri di molte piante acquatiche, è costantemente superiore a quella contenuta nelle specie terrestri; inoltre la sua distribuzione nei diversi organi è così strettamente legata all'ambiente nel quale si trovano, che non si può certo intraprendere una ricerca sulle funzioni di essi, senza prima conoscere se e fino a che limite possano contribuire alla loro funzionalità, la presenza del ferro e la natura dei composti da esso costituiti.

Uno studio sistematico a questo riguardo non è ancora stato eseguito, e nel presente capitolo mi proverò a esporre quanto sono riuscito ad accertare colle mie ricerche. Passerò in esame anzitutto i diversi gruppi di combinazioni ferruginose che si possono distinguere nelle piante acquatiche; quindi la loro distribuzione nei varii organi e la localizzazione nei tessuti principali; infine cercherò di stabilire l'importanza fisiologica del ferro nelle piante che sarò andato studiando.

Così avrò apprestato un'importante raccolta di nozioni atte a fornire la spiegazione delle funzionalità di alcuni organi speciali delle piante palustri, la quale è finora oggetto di discussione.

Le nostre conoscenze sulla distribuzione del ferro nei vegetali e sulla forma nella quale esso si trova nei vari tessuti, sono ancora assai limitate, quantunque parecchi studiosi si siano rivolti all'interessante argomento. Sappiamo tuttavia con certezza come la presenza di esso sia costante a tutti gli organismi viventi, e quanto sia importante, sebbene affatto ignota nei particolari, la sua funzione nella formazione della clorofilla; di solito però i comuni metodi di analisi non sono sufficienti per riconoscere la presenza nei tessuti del ferro che ivi si trova, e occorre distruggere la molecola organica, onde metterlo in evidenza; invece in molte piante, specialmente se palustri, basta una reazione semplicissima mediante il ferro - o il ferri-cianuro di potassio, per accertare la presenza di composti di ferro nei tessuti che si studiano. Questa differenza di comportamento, anche tenendo conto della quantità assoluta dell'elemento che può essere contenuta nelle diverse piante, ci indica già come si debbano distinguere diversi stati di combinazione del ferro colle molecole organiche che costituiscono i tessuti viventi.

Dopo le ricerche di Bunge (1), le quali dimostrarono l'esistenza nel tuorlo dell'uovo di un composto di ferro con corpi del gruppo delle sostanze proteiche, nelle quali il ferro è così stabilmente legato alla molecola organica da essere difficile il riconoscerlo coi reattivi ordinarii, si è riscontrata la presenza, quasi costante nelle cellule degli organi viventi, di molti composti di ferro dotati di tali proprietà chimiche; e da allora è invalso l'uso, specialmente in chimica fisiologica animale di distinguere due serie di composti di ferro. Nell'una il ferro, legato o no ai composti organici, conserva sempre la proprietà di essere rivelato dai reattivi soliti usati in chimica generale; nell'altra la presenza del metallo non può essere messa in chiaro, se non coll'uso di reattivi energici o dopo la distruzione della molecola organica.

Si convenne di dare il nome di composti organici di ferro a quelli che contengono tale elemento così strettamente legato alla molecola organica, da esserne mascherata la presenza, cioè a quei composti che più si avvicinano per le loro caratteristiche a quelli contenuti negli

(1) Bunge G. — *Über die Assimilation des Eisens.* Zeitsch. f. phys. Chem. Bd. IX, 1885; cfr. anche Bunge G. — *Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie*, IV, Aufl. 1896.

organismi viventi, e di chiamare composti anorganici quelli presentanti i soliti caratteri dei composti di ferro (1).

La denominazione di anorganico non deve in questo caso interpretarsi come sinonima di inorganico; vi sono infatti molti composti di ferro con corpi organici, come i sali di tutti gli acidi organici (acetico, ossalico, citrico ecc.), i quali si comportano, rispetto ai reattivi, in modo identico ai sali degli acidi minerali.

Veramente si sarebbero dovuti chiamare *organizzati* quelli di ferro strettamente legato e mascherato, onde non creare equivoci adoperando la parola organico e inorganico che hanno già in chimica generale una significazione precisa. In questo equivoco è forse caduto Molisch (2) quando dichiara di non condividere l'opinione di Zaleski sulla grande difficoltà che hanno i reattivi ordinari ferro o ferricianuro, tannino, acido salicilico, a rivelare la presenza del ferro nei composti organici, e cita a prova della fondatezza dei suoi dubbii la possibilità per parte del ferrocianuro ecc. di reagire con molti sali di ferro ad acido organico, citrato, ossalato, acetato, lattato, ecc.

Premesse queste considerazioni procurerò di passare in rassegna i varii tipi di composti di ferro che si possono trovare nelle piante; naturalmente avrò di mira specialmente lo studio di questo elemento nelle piante palustri.

Anzitutto si deve ricordare la serie di composti già menzionati che si trovano presenti in tutti gli organismi animali o vegetali. La stretta analogia che oggi si è riconosciuta esistere tra il plasma vegetale e quello animale, non solo nei rapporti della costituzione morfologica, ma anche di quella chimica e della funzionalità, conduce ad ammettere come molto probabile che lo stato di combinazione sia, anche nelle piante, analogo a quello dell'ematogene di Bunge.

È certo ad ogni modo che la sua presenza non può essere constatata se non dopo distruzione della sostanza organica e che la si osserva anche nei tessuti e negli elementi più giovani e più ricchi di plasma e relativamente meno forniti di composti non proteici. Di più si osservano tali composti nella membrana cellulare, nelle riserve

(1) I composti di ferro colle sostanze proteiche possono assumere diversi gradi di stabilità rispetto ai legami tra ossido di ferro e proteina; nelle piante non furono ancora studiati sufficientemente tali corpi, ma nel regno animale furono isolati dei nucleoproteidi veramente stabili rispetto all'azione prolungata degli ordinari reattivi (epatina di Zaleski), altre nucleine del medesimo tipo, ma meno stabili (ematogeno di Bunge), ed infine dei semplici albuminati scomponibili da tutti gli ordinari reattivi.

(2) Molisch H. — *Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen* Jena. 1892.

d'amido, negli idroleuciti. Inoltre è stata rilevata la presenza di composti nucleinici di ferro anche nelle riserve dei semi (1).

Anche nei plastidii clorofillini il ferro deve esistere in uno stato di combinazione assai complesso, come ne è prova la difficoltà di riconoscerlo; e la stretta relazione tra la sua presenza e l'inverdimento delle cellule, ne dimostra l'alta importanza funzionale.

Nelle piante palustri esistono con tutta probabilità composti analoghi a quelli testè ricordati, e ad essi si debbono ascrivere forse quelli contenuti nelle riserve seminali della *Trapa natans*, dell'*Oryza sativa* (2) ecc., oltre a quelli che nei plastidii verdi sono indispensabili per la formazione della clorofilla.

Nelle piante igrofite però la presenza del ferro nello stato di combinazione così complesso, è mascherata da altri composti di ferro più facili ad essere riconosciuti, sia per la quantità, che per lo stato di combinazione più labile nel quale essi si trovano.

Io non mi occuperò quindi dello studio delle combinazioni più stabili e di diffusione generale a tutte le piante verdi, e delle quali la funzione non è certo in rapporto colle condizioni di questo o di quell'ambiente, nel quale vivono, ma è d'ordine più elevato e complesso.

A proposito dei metodi di ricerca del ferro nei tessuti delle piante Molisch (3) afferma non essere possibile dalla natura del reagente adoperato trarre delle conclusioni sullo stato di combinazione organica o inorganica di questo elemento.

Valendoci dei mezzi posti recentemente a disposizione della chimica fisiologica credo sia possibile ora fare qualche passo innanzi sulla via di questa determinazione.

La reazione col ferro - o ferricianuro di potassio non ha luogo in molti tessuti delle piante acquatiche se la concentrazione dell'acido cloridrico non è relativamente forte (10 % Molisch); inoltre anche nella maggior parte dei casi non ha luogo alcuna reazione coi solfuri e solfidrati alcalini, e coi reattivi fenolici (acido salicilico, tannico); alla concentrazione del 10 % anche il tuorlo dell'uovo reagisce coll' HCl e il ferro diventa riconoscibile coi prussiati.

Facendo uso di soluzioni di HCl più diluite, al massimo all'uno per cento, si può realmente riconoscere una differenza di comportamento di diversi tessuti rispetto ai reattivi del ferro: così, impiegando soluzioni diluite nelle ricerche sopra organi verdi di *Ranun-*

(1) Suzuki U. — *Bull. Agric. Coll. Tokyo*, Vol. IV, p. 260, 1901; Petit P. *Compt. Rend.* CXVII, 1904, p. 1105.

(2) König J. — *Chemie der menschlichen Nahrungs und Genussmittel.*

(3) Molisch H. — *L. c.*

culus trichophyllus, *Callitriche verna*, *Ceratophyllum demersum*, si può constatare la presenza del ferro soltanto nella membrana delle cellule situate più esternamente e in quelle del cilindro centrale, e non in quelle proprie dei parenchimi. Soluzioni più concentrate fanno vedere invece essere il ferro presente, sebbene in minor quantità, in tutte le cellule delle parti verdi, e non solo nelle membrane, ma altresì nel contenuto.

Inoltre il trattamento più o meno prolungato con alcool acido per H Cl permette di esportare una parte del ferro legato più labilmente ai composti organici e di accertare così la presenza di nucleoproteidi ferruginosi.

La porzione midollare tanto sviluppata nel caule della *Menyanthes trifoliata*, appare, all'esame coi soliti reattivi, priva di ferro; l'incinerazione invece permette di constatarne la presenza, analogamente a quanto risulta impiegando i prussiati fortemente acidificati.

Se si sottopongono delle porzioni verdi delle piante ora nominate a triturazione e successiva macerazione con acqua fredda o tiepida, meglio se leggermente alcalina, il liquido estratto si dimostra ricco di ferro, ma non è facile rilevarne la presenza, sia mediante i prussiati, che i reattivi fenolici o l'ematossilina. Soltanto l'ebollizione coi solfidrati alcalini o con HCl, oppure infine l' incinerimento del residuo secco permettono di riconoscerlo.

La porzione residua dell'estrazione mostra tuttavia affatto invariato nelle membrane il contenuto in ferro e l' intensità delle sue reazioni caratteristiche.

Conviene quindi nelle piante acquatiche distinguere diverse serie di composti di ferro, che non si possono definire con sicurezza, ma dai caratteri delle quali si possono trarre delle deduzioni sugli aggruppamenti chimici che li costituiscono. Essenzialmente si può rilevare in tali composti una labilità più o meno grande tra l'ossido metallico e la molecola organica, onde, da gruppi contenenti il ferro legato direttamente alla molecola proteica vivente, si passa ad altri, nei quali il ferro è cosa morta, e null'altro che il residuo dell'attività del ricambio dell'organismo.

Così si trovano:

a) Composti in cui l'elemento metallico è riconoscibile soltanto mediante ferro- o ferricianuro potassico fortemente acidificato con H Cl, o mediante l'azione prolungata di solfuri alcalini concentrati; condizioni queste le quali rendono palese l'esistenza del ferro anche nel tuorlo d'uovo, dove come è noto esistono composti tipici di così detto ferro organico.

La localizzazione di questi composti ha luogo specialmente nel plasma delle cellule dei tessuti verdi: p. e. *Ranunculus fluitans*, *Callitriche verna, Ceratophyllum submersum;*

b) Composti di Fe capaci di reagire colle soluzioni dei prussiati acidificate con HCl diluito, ma non colle soluzioni diluite dei solfuri e solfidrati alcalini, con quelle di ematossilina (1) e coi reattivi fenolici.

Continuando i raffronti col tuorlo d'uovo, il ferrocianuro di potassio anche a questa diluizione mette in evidenza il ferro ivi contenuto: non così le altre soluzioni di solfuri e solfidrati diluite e quelle di ematossilina ecc. Nel nostro caso invece si tratta, come è chiaro, di ferro organico come nel caso precedente; ma la sua localizzazione è principalmente nelle membrane, e da esse non lo si può estrarre come già dissi, nè con acqua, nè cogli alcali diluiti; forse è legato ai carboidrati costituenti la membrana cellulare a formare dei pectati o forse anche degli omologhi superiori a quelli del tipo dei saccarati, i quali del resto presentano, rispetto ai reattivi, una particolare stabilità dei legami fra l'ossido metallico e la molecola organica.

Le membrane impregnate di tali composti ferruginosi sono particolarmente quelle delle cellule dei tessuti verdi assimilatori: p. e. nel *Ranunculus fluitans*, *Callitriche verna*, *Ceratophyllum submersum;*

c) L'ossido di ferro che entra a costituire i corpi di un terzo gruppo, è più labilmente legato dei precedenti, così che è facile riconoscerne l'esistenza mediante tutti i reattivi propri del ferro; lo si trova specialmente nelle cellule epidermiche degli organi non forniti di clorofilla, aventi plastidi debolmente attivi sia per età, che per prolungato difetto di illuminazione;

d) In alcuni organi di poche piante il ferro è combinato allo stato di tannato che imparte loro la caratteristica colorazione nero violacea; esso è localizzato nel tessuto epidermico degli organi che stanno per lungo tempo in contatto col limo del fondo delle paludi: p. e. nelle radici inferiori delle specie del gen. *Trapa*, e nei tegumenti carpellari dei frutti di queste piante. Nel *Myriophyllum* le radici inferiori presentano, spesso in rapporto con particolari condizioni d'ambiente, le cellule epidermiche impregnate di tannato di ferro. Come è ovvio le reazioni tutte dei sali di ferro son capaci di accertarne la presenza;

e) Mentre le cellule delle radici della *Trapa* e del *Myriophyllum* annerite dal tannato di ferro conservano apparentemente la loro vi-

(1) Gola G. — *Sul comportamento di alcuni composti di ferro nella digestione artificiale.* Giorn. R. Acc. di Medicina di Torino, 1899, vol. V, A. LXII.

talità almeno in quella misura che si osserva in genere nelle cellule epidermiche, in molte altre piante acquatiche si osservano nelle membrane degli elementi epidermici dei depositi dovuti anch'essi con tutta probabilità a tannato di ferro; in tal caso le cellule che li contengono sono in via di esfoliazione dal tessuto sottostante, e quindi tanto il tannato, quanto le membrane che ne sono impregnate sono da considerarsi cosa morta, residuo di funzioni ormai compiute.

Che poi il ferro ivi accumulato sia sempre stato sotto forma di tannato, o abbia assunto solo *post mortem* tale stato di combinazione, è questo un problema al quale cercherò di rispondere più oltre;

f) Per delineare un quadro completo delle forme nelle quali può trovarsi il ferro negli organismi vegetali, ricorderò i depositi di ossido di ferro che si accumulano entro e intorno agli Schizomiceti che costituiscono il gruppo dei così detti *Eisenbacterien.*

Come è facile rilevare, ho classificato i composti di ferro in gruppi caratterizzati da una sempre minore tendenza per parte dell'ossido metallico a restar combinato colla molecola organica. Questo ordinamento non risponde ad una grande esattezza dal punto di vista della chimica pura; tuttavia è certo che i composti dei diversi gruppi come io li ho ordinati hanno sempre in tutte le piante acquatiche una localizzazione costante ed in stretto rapporto coll'attività funzionale dell'organo e colle condizioni dell'ambiente. Questa classificazione perciò sotto i riguardi fisiologici può dare buoni risultati per chiarire le funzioni del ferro nelle piante acquatiche.

Da parecchio tempo si constatò che nelle ceneri della *Trapa natans*, oltre al ferro, si trova sempre presente del manganese, il cui ossido nelle ceneri dei frutti raggiunge persino il 14 % (1). Più tardi si trovarono molte altre piante contenenti manganese in notevole quantità e tra queste occorre citare il *Lupinus albus* (2); tuttavia il

(1) Pfeffer W. — *Pflanzenphysiologie*, Bd. I, p. 432.

(2) Passerini N. — *Sopra la ripartizione del Manganese nelle diverse parti della pianta del* Lupinus albus. (Boll. dell'Ist. Agrario di Scandicci, Firenze, 1905).

Poichè in questi ultimi tempi numerose ricerche hanno richiamato l'attenzione sulla notevole influenza che il manganese esercita nello sviluppo di molte piante coltivate, non è fuor di luogo ricordare che la nozione di tale proprietà del manganese si trova già ricordata nelle opere del nostro Carradori G. Infatti nella sua memoria *Della fertilità della terra*, VI Ed. Firenze, 1816, pag. 15, si legge: « Il manganese come io ed altri hanno osservato, accelera la germinazione delle semenze; e mi è parso che porti vigore anche alla vegetazione delle piante ». Lo stesso ha poi pubblicato i risultati delle sue esperienze in un'altra memoria: *Dell'azione del ferro, della barite e del manganese nella vegetazione.* (Giornale di Pisa).

numero notevole di analisi eseguite sopra un gran numero di vegetali confermò che in generale le piante palustri sono tra le meglio provviste di manganese.

I dati analitici riportati da Wolf e i risultati delle recenti ricerche di Gossl (1), oltre che confermare queste constatazioni, hanno dimostrato come le quantità maggiori di questo metallo si trovino nelle piante a stazione prettamente acquatica (eccetto le conifere), piuttosto che in quelle semplicemente igrofite; e che nelle piante che si trovano solo in parte in contatto coll'acqua, gli organi meno provvisti sono appunto quelli aerei.

I metodi di ricerca del manganese nelle piante sono molto più incerti di quelli adoperati per la ricerca dei composti ferruginosi: tutti quelli fin qui proposti non si sono mostrati adottabili nella pratica (2): quello indicato recentemente dal Gossl è particolarmente sensibile e esatto nello studio sulle ceneri: l'autore afferma di averlo sperimentato anche sopra sezioni di vegetali; egli non indica su quali specie e su quali organi abbia operato; io non ho potuto ottenere risultati soddisfacenti dall'applicazione di questo metodo alle ricerche sui tessuti.

Perciò io mi sono limitato a ricercare il manganese soltanto dopo incinerazione della porzione di vegetale in esame, ed allo scopo di determinarne fin dove era possibile la localizzazione, separavo meccanicamente le differenti porzioni incinerandole a parte.

È naturale che non potendo riconoscere la presenza di questo elemento senza produrre prima profondissime alterazioni nella molecola, alla quale è combinato, nulla si sappia dei diversi composti manganesiferi contenuti nelle piante. È verosimile però che la stessa analogia dei caratteri chimici, che esiste tra il ferro e il manganese,

(1) Composti di manganese vennero trovati si può dire in tutti gli organismi vegetali: Pichard (Comptes Rend. T. CXX, p. 1882) ha trovato Mn specialmente negli imenomiceti, felci, conifere e anche nei semi di molte angiosperme; Guerin (*Sur un composé organique riche en manganese, retiré du tissu ligneux*, Compt. Rend., T. CXXV, 1897, p. 311) è riuscito ad estrarre dal legno delle piante un nucleo proteide ricco in Mn; Ruge G. (*Apotheker Zeitung*, 1891, p. 208) ha trovato il Mn nel *Ranunculus fluitans*. Infine, le ricerche di Gossl. I. *Über das Vorkommen des Mangans in der Pflanze und über seinen Einfluss auf Schimmelpilze;* (Beihefte Bot. Centralb. XVIII, 1904, Abt. I, p. 119-132) estese ad un gran numero di specie, hanno ampliato di molto le nostre conoscenze su tale argomento.

Per dati quantitativi Cfr. Wolf E. — *Aschenanalysen*, 1871.

(2) Pichard. — *Recherche et dosage rapide du manganèse dans les plantes et les terres végétales par une méthode colorimétrique.* Compt. Ren. CXXVI, 1898, p. 500; Gossl I. — *Loc. cit*, ivi sono citati altri lavori sopra i metodi di ricerca del Mn nelle piante.

si verifichi anche nei composti di questi due elementi che esistono nelle piante.

Io ho potuto accertare l'esistenza di composti di manganese coagulabili col calore e sempre associati a altri ferruginosi aventi le medesime proprietà; del resto l'esistenza di combinazioni del manganese colle sostanze proteiche è già stata constatata da Guèrin (1).

Così è molto probabile che la forte quantità d'ossido di manganese che si osserva nelle ceneri dei frutti di *Trapa* dopo lo svernamento provenga da composti tannici, e che il manganese che nei così detti « Manganbacterien » di Molisch esercita una funzione vicariante del ferro, si trovi come questo allo stato di ossido.

È nota la facilità che hanno il manganese e il ferro di dare dei composti relativamente instabili coll'ossigeno e come possano quindi servire al trasporto di questo elemento; onde si è da molti autori usato attribuire a questi due elementi il nome di elementi respiratorii.

Sappiamo tutti quanta importanza abbia il ferro nel determinare il valore fisiologico dell'emoglobina del sangue, sappiamo come i sali di ferro siano ottimi agenti per provocare la scomposizione dell'acqua ossigenata, avendo così una particolare proprietà che è stata recentemente riconosciuta in alcuni enzimi vegetali del gruppo delle catalasi. Così pure le ricerche di Bertrand (2) ci hanno mostrato lo stretto legame che esiste tra la presenza del manganese e l'attività delle ossidasi da lui studiate.

Le piante palustri che si trovano in condizioni così difficili per quanto riguarda la respirazione, e delle quali gli organi più ricchi di ferro e di manganese sono appunto quelli che meno assimilano e più si trovano in rapporto con sostanze riduttrici, utilizzano forse le proprietà particolari di questi elementi rispetto all'ossigeno?

A questo problema non è stata data finora una soluzione soddisfacente: si possono citare solo l'opinione di Pfeffer (3), il quale considera come semplici depositi gli ossidi di ferro e di manganese esistenti nei tegumenti fruttiferi della *Trapa natans,* e quella di

(1) Guèrin G. — *Comptes Rend. d. l'Ac. d. sciences de Paris.* T. CXXV, p. 311

(2) Bertrand G. — *Comptes Rend. d. l'Ac. d. sciences de Paris.* T. CXIX, p. 1012; T. CXX, 266; p. T. CXXII, p. 1215-1132; Ann. Chim. Phys (7). T. XII, p. 115.

(3) Pfeffer W. — *Pflanzenphysiologie.* Bd. I, 1897, p. 421.

Molisch (1) che attribuisce a questi stessi depositi il compito di immagazzinare dell'ossigeno da utilizzarsi poi al momento della germinazione.

Io ho eseguito dei saggi sopra gli estratti acquosi contenenti ferro e manganese ottenuti per macerazione ed espressione di alcune piante acquatiche e ho cercato in essi la presenza di ossidasi sia mediante la resina di guaiaco, che col guaiacolo: il risultato fu spesso negativo: ciò che mi colpì, data la estesissima distribuzione di questi fermenti nei vegetali. Riconobbi invece costante e assai intensa la reazione delle perossidasi; più tardi in alcune piante della medesima specie e raccolte contemporaneamente a quelle che mi avevano servito per la preparazione degli estratti, volli eseguire dei saggi sopra sezioni, onde determinare al microscopio la sede delle perossidasi.

Mentre precedentemente avevo constatato una singolare costanza nelle reazioni di perossidasi, nei saggi sopra sezioni ottenni ora reazioni positive, ora negative: anzi potei osservare intenso lo svolgimento di ossigeno per parte dei tessuti che erano immersi nell'acqua ossigenata.

Ciò faceva pensare alla presenza, a lato di enzimi capaci di attivare l'ossigeno dei perossidi, di altri dotati della proprietà di rendere inattivo l'ossigeno dei perossidi stessi.

Questo fatto pone in campo una serie di quesiti: si tratta della presenza reale di un enzima del gruppo delle catalasi? oppure questa funzione catalitica è dovuta ad altre sostanze alle quali non si può attribuire il carattere di enzimi? Ammessa l'esistenza dell'enzima, la sua presenza è concomitante a quella della perossidasi, oltre che nella sede anche nel tempo; o non si tratta forse di una stessa sostanza, la quale ha una funzione, per dir così, reversibile?

Questa serie di problemi si collegava con altri, ai quali ho già accennato a proposito del ferro e del manganese, e ne provocava dei nuovi come la fissazione dei rapporti di sede tra composti metallici ed enzimi, e tra questi e la funzione di assimilazione, la quale, come prodotto secondario, fornisce quantità assai rilevante di ossigeno.

Ho quindi tentato di eseguire una serie di ricerche sopra un gran numero di piante acquatiche o palustri determinando:

1° la presenza del ferro, la natura approssimativa dello stato di combinazione, la sede dei differenti composti;

2° la presenza e la sede degli enzimi ossidanti e cioè: *a*) delle *ossidasi* vale a dire di quei fermenti capaci di ossidare la resina di

(1) Molisch H. — *L. c*, p. 40.

guaiaco, o il guaiacolo, ecc., senza l'intervento di perossidi; *b*) delle *perossidasi* capaci di dar luogo alle stesse ossidazioni soltanto in presenza di perossidi, quale ad esempio l'acqua ossigenata; *c*) e infine della *catalasi* che scompone il perossido di idrogeno in acqua e ossigeno inattivo (1).

Per la ricerca del ferro ho impiegato i reattivi che ho già sopra ricordato (2), sia sul tessuto tal quale, sia previa incinerazione di esso; tra questi reattivi ricordo l'ematossilina, la quale, non essendo stata finora mai impiegata come reattivo in ricerche sui vegetali, è forse poco conosciuta sotto questo riguardo tra i botanici.

L'impiego dell'ematossilina, nello studio dei composti di ferro è stato preconizzato parecchi anni or sono dal Macallum di Toronto (3), il quale rilevò la proprietà che ha questo corpo di reagire con i comuni sali di ferro, sia organici che inorganici, assumendo una colorazione bleu nera intensa, mentre coi composti così detti organici la colorazione dell'ematossilina rimane inalterata, almeno per un po' di tempo. Per facilitare l'impiego dell'ematossilina anche sopra composti di ferro poco o non solubili nell'acqua, ma bensì nell'acqua leggermente alcalina per ammoniaca, il Marfori (4) consigliò di impiegare soluzioni ammoniacali di ematossilina e di osservare la permanenza o il cambiamento della colorazione dell'ematossilina ammoniacale recentissimamente preparata.

Io ho già avuto occasione di usare questo metodo con ottimi risultati sopra composti di ferro diversissimi preparati artificialmente, o esistenti già negli organismi animali, o prodotti dalla loro attività fisiologica, e ho creduto utile applicarlo anche nelle ricerche sui ve-

(1) Poichè per la massima parte le ricerche sui fermenti ossidanti sono state condotte sopra organi o sezioni di organi, io non ho potuto constatare se nelle cellule, nelle quali i fenomeni di ossidazione avevano luogo senza l'aiuto di H_2O_2 coesistessero enzimi dei due gruppi ossigenasi e perossidasi. La significazione che io, nel mio caso, do al vocabolo ossidasi non esclude quindi l'eventuale esistenza dei due enzimi associati.

Riguardo alla perossidasi è noto come si sia ora riconosciuto che la proprietà di ossidare in presenza di H_2O_2 non sia da attribuirsi alla presenza di diastasi, come si credeva un tempo, ma ad un enzima particolare assai spesso associato alla diastasi negli estratti dei tessuti vegetali.

(2) Onde evitare che possano sorgere dubbi sui risultati delle ricerche eseguite mediante reazione col ferrocianuro di potassio e HCl, ricordo che ho sempre tenuto le sezioni nel liquido acido per un periodo di tempo limitato, avendo sempre presente l'osservazione di Quincke sulla autoformazione di bleu di Berlino.

Cfr. Quincke H. — Arch. exp. Path. Bd. XXXVII, p. 183 (1896).

(3) Macallum B. — Journal of Physiology. Vol. XXII (1897).

(4) Marfori P. — Annali di Farmacoterapia e Chimica. N. 10 (1888).

getali (1). A tale scopo ho impiegato soluzioni in acqua distillata al 0,5 %, ed altre allo stesso titolo, ma leggermente ammoniacali: i reattivi così preparati, e sempre da recentissima data, mi servirono sia per lo studio sopra estratti di vegetali, sia sopra sezioni.

In queste ultime le colorazioni che si possono ottenere sono molto nette e tali da non produrre alterazioni sia nel plasma, che nelle membrane, onde possono essere montate nelle ordinarie resine e conservate.

Pel manganese, come già dissi, usai sempre fare la ricerca dopo incineramento dell'organo o del tessuto in esame. Le ossidasi le ricercai colla tintura di guaiaco di fresco preparata, e più frequentemente colla soluzione di guaiacolo, e coll'acido pirogallico.

Per la ricerca delle perossidasi feci uso dei medesimi reattivi, adoperando come perossido dell'acqua ossigenata.

La catalasi era facilmente riconoscibile dallo svolgimento delle bollicine di gas in contatto coll'acqua ossigenata; naturalmente facendo uso di soluzioni neutre di acqua ossigenata, non era possibile confondere lo svolgimento di bollicine di gas di ossigeno coll'eventuale scomposizione di carbonato di calcio, così spesso esistente nelle piante acquatiche.

Le piante venivano esaminate sia ridotte in piccoli frammenti, che sezionate, e per alcune specie ripetevo il saggio in diverse ore della giornata, onde studiare le relazioni tra la presenza o l'assenza degli enzimi respiratori e l'attività assimilatrice.

Premesse queste considerazioni sulla tecnica che ho seguito, riferisco i risultati delle mie osservazioni:

Chara foetida L. — Le parti più adulte della pianta contengono, oltre al ferro organico, anche dei composti anorganici di ferro facilmente riconoscibili con qualsiasi reattivo. Non così avviene per gli elementi più giovani, dove si trova esclusivamente ferro organico associato a notevoli quantità di composti di manganese.

I saggi tentati per riconoscere la presenza di enzimi respiratori non hanno dato alcun risultato positivo.

Nitella sp. — Il ferro si trova soltanto nella guaina gelatinosa che avvolge le cellule dell'alga; i prussiati determinano la formazione di abbondante precipitato alla superficie di tale gelatina. Che poi la localizzazione del ferro durante la vita della pianta sia identica

(1) Gola G. — *Sul comportamento di alcuni composti di ferro nella digestione artificiale.* — Giorn. della R. Acc. di Medicina di Torino, 1899, vol. V, anno LXII.

a quella che io ho constatato, non mi è possibile accertarlo, perchè la sostanza colorante di ferro cianuro potrebbe essere stata espulsa alla periferia della guaina gelatinosa dopo avvenuta la sua precipitazione.

È noto infatti come Klebs abbia osservato la particolare proprietà che hanno gli invogli gelatinosi di alcune alghe, di espellere i precipitati che si sono formati nella loro massa, anche se la precipitazione ha avuto luogo dopo la morte della pianta (1).

Io non ho osservato in questa specie di *Nitella* alcun enzima respiratorio.

Riccia fluitans L. — Il ferro e il manganese si trovano in quasi tutto il tessuto del tallo, ma è difficile rilevare la presenza del ferro, facendo uso dei comuni reattivi; occorre l'incinerazione o il trattamento con i prussiati acidificati con HCl in soluzione di almeno 10 %.

L'ossidasi manca; la perossidasi è presente in piccola quantità: essa si trova particolarmente nelle cellule profonde, disposte lungo l'asse mediano della fronda e che accennano per la loro forma e posizione a un sistema vascolare; la perossidasi manca nelle cellule più superficiali. La catalasi è particolarmente localizzata negli elementi che rivestono le lacune: così almeno si può giudicare da quanto si osserva ponendo dei pezzi di pianta nell'acqua ossigenata; si vede allora che l'ossigeno si svolge particolarmente sulla superficie di sezione, sotto forma di bollicine uscenti dalle lacune.

Chiloscyphus polyanthus Corda var. **rivularis** N. a. Es. — Il ferro è presente in tutte le parti della pianta e in notevole quantità; esso è però piuttosto stabilmente combinato nella porzione più giovane (foglioline e asse caulinare). Nella porzione più vecchia, dove le foglioline sono già distrutte, il caulicino è più ricco di ferro, e questo è più facilmente riconoscibile.

Il manganese è pure egualmente diffuso in tutte le parti della pianta; lo si trova però in maggior quantità nella porzione più giovane.

Il succo spremuto dalle cellule, e filtrato, contiene composti di ferro e di manganese; parte di essi si separano colle sostanze proteiche che coagulano a 60°-65°, parte rimangono disciolte; tanto il succo ottenuto per pressione, quanto la decozione acquosa sono prive di ferro anorganico.

(1) Klebs G. — *Uber die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten.* — Unters. a. d. bot. Inst. zu Tubingen, Bd. II, p. 555.

L'ossidasi manca, o almeno è assai difficilmente riconoscibile; più abbondante è la perossidasi, la quale è specialmente localizzata nella porzione assile della piantina; questo fermento manca in generale in tutte le cellule verdi assimilatrici.

La catalasi è piuttosto abbondante, specialmente nel tessuto verde. Onde evitare cause di errore nella determinazione della presenza di catalasi, occorre eliminare accuratamente le particelle terrose esistenti sulla superficie delle piante e assai ricche di composti di ferro: e fare uso di acqua ossigenata priva di $H_2 SO_4$; gli ossidi di ferro combinandosi coll'acido solforico spesso esistente nell'acqua ossigenata del commercio, potrebbero dar luogo alla formazione di traccie di solfato ferroso, le quali, come è noto, scompongono attivamente l'acqua ossigenata. Io ho potuto accertarmi che una lavatura della superficie in esame con $H_2 SO_4$ diluito e poi con acqua, pur asportando i composti ferruginosi superficiali, non impedisce la reazione della catalasi. Del resto avevo cura di usare acqua ossigenata ben neutra, ciò che evitava anche questa fonte di dubbio.

All'incontro il completo essiccamento della pianta vale a distruggere o ad attenuare di molto la capacità del tessuto a decomporre l'acqua ossigenata.

Il succo ottenuto per macerazione a freddo con acqua, e successiva pressione, contiene in piccola quantità perossidasi e catalasi, ma non ossidasi.

Cinclidotus aquaticus B. E. — È nota da tempo la particolare ricchezza in manganese che è caratteristica di questa pianta: i miei saggi non hanno che confermato tale asserzione, ho però rilevato che anche il contenuto in ferro è assai notevole, e che, se la quantità assoluta di manganese è grande, essa non è poi affatto insolita rispetto al contenuto in ferro.

Entrambi gli elementi esistono sotto forma di composti esclusivamente organici nei tessuti giovani, e di anorganici, almeno in parte, in quelli vecchi.

Quanto alla presenza di enzimi, l'intensa colorazione che presentano tutte le parti di questa pianta non mi ha permesso di giungere a risultati sicuri riguardo alla perossidasi e alla ossidasi; ho constatato la presenza di catalasi in minima quantità.

Fontinalis antipyretica L. — Il ferro abbonda in tutte le parti della pianta, specialmente in quelle più adulte: lo si trova sia nelle membrane cellulari, sia nel contenuto, ed è sempre in quantità più notevole negli elementi assimilatori che in quelli non tali. L'estratto acquoso a freddo, e il succo ottenutone per pressione, contengono ferro

organico e manganese, riconoscibili entrambi solo dopo incinerazione del residuo.

Il manganese accompagna il ferro in tutti i tessuti, lo si trova però più abbondante nelle parti giovani in via di sviluppo.

Manca l'ossidasi, la perossidasi è poca nel succo spremuto, e la colorazione intensa del caulicino non permette di accertare in modo definitivo, se tale enzima abbia sede nella porzione assile.

La catalasi è abbondante; anche per questo fermento valgono le osservazioni fatte a proposito del *Chiloscyphus*.

Fontinalis antipyretica L. var. **gracilis** schim. — La distribuzione e lo stato di combinazione degli elementi di cui mi interesso sono eguali a quanto ho osservato nella specie precedente; la perossidasi manca però quasi totalmente.

Marsilea quadrifolia L. — Le radici hanno talvolta le cellule epidermiche provviste di ferro anorganico, ma in quantità assai piccola; in quantità maggiore esistono i composti anorganici di ferro nelle cellule epidermiche dei rizomi dei peduncoli fogliari; l'origine però di tali composti anorganici va ricercata almeno in parte in fenomeni di impregnazione, avvenuti *post mortem*, degli elementi epidermici in conseguenza dell'azione di microrganismi.

Azolla caroliniana W. — In tutta la pianta è quasi impossibile il constatare la presenza di ferro anorganico; talvolta si osserva una reazione positiva con ferrocianuro e H Cl in corrispondenza della pileoriza e della pagina inferiore della fronda. Tale reazione però è da attribuirsi alla presenza di composti di ferro accumulati *post mortem* nelle cellule della pileoriza in via di esfoliazione, e in quelle epidermiche delle fronde, pure spesso sofferenti. In molti casi l'incineramento di singole piantine mostra appunto una colorazione leggermente ocracea delle ceneri in corrispondenza dei punti testè ricordati.

Non ho potuto constatare alcuna localizzazione speciale del manganese.

L'ossidasi è mancante, salvo nella regione dell'apice caulinare; la perossidasi si trova nelle cellule epidermiche della superficie inferiore della fronda. La catalasi è solo presente in minima quantità nelle radici.

Isoetes Malinvernianum Ces. et DN. — Le radici hanno una particolare costituzione anatomica che è bene aver presente per apprezzare i fatti che si possono osservare in questa pianta. Tra il fascio vascolare e la parte corticale della radice si estende un'ampia lacuna

anulare, la quale permette un comodo passaggio dei gas dalle parti più profonde a quelle più superficiali. Io ho studiato esemplari di questa specie provenienti da stazioni diverse, le une caratterizzate da fondo sabbioso sommerso in acqua corrente, le altre da fondo argilloso compatto, tenacissimo e coperto da acque pluviali, ivi trattenute solamente dalla impermeabilità dell'argilla. È facile immaginare, data la relativa profondità alla quale si spingono le radici di questa *Isoetes*, e la struttura del fondo argilloso, quali fossero in tal caso le condizioni di aereazione; all'esterno delle cellule epidermiche si era formato come un astuccio ocraceo assai ricco di ferro; ma il tessuto epidermico era quasi privo di ferro anorganico analogamente a quello delle radici sviluppatesi in suolo sabbioso aerato.

Isoetes echinosporum L. — Il ferro e il manganese sono riconoscibili, dopo distruzione della sostanza organica, sia nelle radici che nelle foglie. Le radici di tale specie si erano sviluppate in suolo sabbioso.

Anche gli enzimi respiratorii mancano in tutti gli organi della pianta, salvo l'ossidasi che si osserva in piccola quantità nelle parti più interne del « bulbo ».

Taxodium distichum Rich. — Per la cortesia del chiar. prof. P. Baccarini ho potuto sottoporre ad esame i pneumatodi radicali di questa specie. Gli organi che io ho avuto a disposizione, sebbene avessero delle dimensioni piuttosto piccole, rispetto a quelle che sono indicate per tale specie, quando cresce nel paese d'origine, pure erano perfettamente sviluppati, e si poteva in essi riconoscere ottimamente la struttura anatomica.

Tutti i tessuti sono privi di composti labili di ferro; l'incineramento permette invece di riconoscere la presenza di questo elemento e del manganese; io però ho eseguito saggi sopra le ceneri ottenute sia dal legno che dalla zona liberiana e dal tessuto suberoso esterno, e non ho mai potuto constatare una prevalenza decisa dell'uno o dell'altro elemento.

Quanto agli enzimi respiratorii ho trovato ossidasi in quantità negli elementi del cambio, cosa questa prevedibile data la presenza quasi costante di tale corpo in tutti gli elementi del cambio. Anche gli elementi dei raggi midollari, particolarmente abbondanti nei pneumatodi di *Taxodium*, mi fornirono reazioni di ossidasi; talvolta però la reazione era così incerta, senza l'aggiunta di acqua ossigenata, che io non potrei affermare con sicurezza sull'esistenza di ossidasi e non di perossidasi. Manca la catalasi.

Sparganium ramosum Huds. — Ferro in notevole quantità e assai facilmente riconoscibile nelle cellule epidermiche della radice; nei rizomi il ferro anorganico è pure localizzato nelle cellule epidermiche; anche nella porzione sommersa e biancastra della parte inferiore delle foglie, il ferro è pure presente e facilmente precipitabile dal ferrocianuro di potassio; ciò ha luogo in particolare in quella porzione di epidermide che è in contatto coll'acqua. Nella porzione laminare verde delle foglie e nello scapo fiorifero il ferro si trova in minore quantità e sotto forma esclusivamente organica.

Il manganese è pure presente in tutti gli organi della pianta, ma è in quantità più notevole nelle grosse foglie che circondano la gemma annuale, e nella gemma stessa.

L'ossidasi si trova solo nell'apice vegetativo della radice e in quella parte dell'apice caulinare e delle giovani foglie, nella quale si constata la maggior quantità di manganese.

La perossidasi esiste nelle cellule epidermiche e nel cilindro centrale delle radici; così pure esiste nelle cellule epidermiche del rizoma e della parte vaginale delle foglie in contatto coll'acqua; la si trova inoltre nei fasci vascolari.

È da notare che nei tessuti epidermici nei quali esiste il ferro, la reazione più intensa di perossidasi non si ha dove è più intensa la reazione di ferro anorganico (cioè negli elementi più periferici), ma un po' più all'interno, dove il ferro è più stabilmente combinato colla molecola organica.

In questa specie si osserva assai ben marcata la relazione che esiste tra ossidasi e manganese; tra perossidasi e ferro; e il rapporto inverso che corre tra ferro e perossidasi da una parte, e funzione clorofillina dall'altra.

Potamogeton densus L. — Il ferro e il manganese sono entrambi presenti; questo in particolare nei tessuti giovani; nelle radici il ferro è in istato di combinazione anorganica nelle cellule epidermiche della porzione più sviluppata di esse; nella parte più giovane esso è sotto forma di combinazione organica. Nelle foglie e nell'asse caulinare lo stato di combinazione del ferro è totalmente organico.

L'ossidasi si trova negli apici radicale e caulinare e nei giovani rizomi. La perossidasi è presente nelle radici, in ispecie nel tratto più adulto, ed in quelle più grosse la si osserva anche nell'endoderma; la si trova pure nell'endoderma dei rizomi ed in piccola quantità nelle nervature fogliari.

La catalasi esiste in piccola quantità nelle cellule epidermiche di entrambe le pagine delle foglie.

P. natans L. — **P. crispus** L. — **P. lucens** L. — Queste tre specie presentano strette analogie fra loro e colla specie precedente. Nel *P. natans* si osserva la presenza di perossidasi nelle cellule epidermiche della faccia inferiore delle foglie; la catalasi pure è localizzata nella pagina superiore. Nel *P. crispus* non vi ha una differenziazione così spiccata tra le due pagine; nel *P. lucens* la catalasi si trova particolarmente nella pagina inferiore delle foglie, leggermente più opaca della superiore.

Najas minor All. — Il ferro si trova in istato di combinazione esclusivamente organica nelle parti più giovani; in quelle più vecchie si trova del ferro più lassamente combinato colla molecola organica.

Il manganese è particolarmente localizzato nei tessuti giovani, e l'ossidasi si trova pure in questi tessuti. Le reazioni della perossidasi si osservano solo nei fasci vascolari; la catalasi è contenuta nelle cellule superficiali dolle foglie bene evolute.

Aponogeton distachyon Thumb. — Le radici giovani sono bianche e non contengono ferro anorganico; quelle più adulte, nelle quali si è già iniziata la esfoliazione delle cellule epidermiche, sono impregnate alla loro superficie di composti di ferro tanto più facilmente riconoscibili, quanto maggiore è l'età della radice.

Il caule tuberoso ha lo strato esterno corticale impregnato di ferro anorganico; il tessuto di riserva invece è povero di tale elemento e assai ricco di manganese.

Le foglie sono provviste di piccola quantità di ferro (tutto organico) e di manganese.

L'ossidasi si trova, come al solito, nel tessuto meristematico; la perossidasi in particolare nei fasci vascolari e nel parenchima del tubercolo. In questo organo ho potuto accertare che la sede delle sostanze ossidanti risiede particolarmente nelle membrane cellulari.

Manca la catalasi.

Alisma Plantago L. — Nelle radici di questa specie nulla ho osservato di diverso da quanto ho già riferito a proposito dell'*Aponogeton*. Il rizoma tuberoso presenta delle differenze a seconda delle stagioni, nella quale lo si studia; infatti l'ossidasi è presente in esso quando l'apparato fogliare della pianta è ancora in via di sviluppo, manca o è assai scarso a termine dell'accrescimento (1).

(1) Cfr. a questo riguardo: Aso. — *Beihefte z. Bot. Centrbl.* XV, 208 (1903); — *Bull. Coll. of. Agr. Tokio* V, 481 (1903). — Chodat R. et Bach A. *Recherches sur les ferments oxydants* Arch. sc. phys. et naturelles, 4. per. V. XVII, 1902.

Anche in quest'organo ho osservato la presenza di ferro alla periferia e di manganese nel tessuto parenchimatico.

Nelle foglie emerse e nello scapo fiorifero manca la localizzazione superficiale del ferro; si può constatare la presenza di esso sotto forma un po' labile nei fasci vascolari; in questi ultimi si trova anche la perossidasi.

Manca ovunque la catalasi.

In una forma a foglie tutte lineari sommerse, finora forse non descritta, e sul valore sistematico della quale mi occuperò in altro lavoro, ho osservato la presenza di ferro alla superficie delle cellule epidermiche delle foglie stesse.

Butomus umbellatus L. — Il ferro si trova in piccole quantità e tutto sotto forma organica nelle radici giovani; più abbondante e anorganico in quelle adulte. Nel rizoma esiste del ferro e più ancora del manganese: questo elemento è abbondante in tutta la porzione emersa delle foglie e nello scapo fiorifero. Sulla parte emersa il ferro è in quantità relativamente piccola e in special modo nella guaina fogliare che si trova in contatto coll'acqua e in quella parte di peduncolo che ha sezione triangolare.

L'ossidasi è, come al solito, localizzata nella regione meristematica: la perossidasi nel tessuto vascolare dei rizomi e della porzione inferiore incolora delle foglie e dello scapo fiorifero. Manca la catalasi.

Hydrocharis Morsus - Ranae L. — Nelle radici natanti, nei rizomi e nelle foglie il ferro e il manganese, quantunque presenti in notevole quantità, non sono riconoscibili se non dopo incineramento dei tessuti.

L'ossidasi è localizzata nei meristemi, la perossidasi in piccola quantità nei fasci; manca la catalasi.

Vallisneria spiralis L. — Il ferro esiste sotto forma di combinazioni organiche, eccetto che nelle cellule epidermiche delle radici più adulte dove è anorganico; è notevole la quantità di ferro che si trova nella porzione inferiore delle foglie; tale porzione è in contatto colla fanghiglia, non assimila, e contiene ferro esclusivamente organico.

Quanto ai fermenti respiratori, l'ossidasi è localizzata nei meristemi, la perossidasi nei tessuti delle basi delle foglie; la catalasi è mancante.

Elodea canadensis Michx. — In tutti i tessuti verdi il ferro si trova in notevole quantità e tutto sotto forma organica; nelle cellule epidermiche delle radici più adulte e nei peli radicali di quelle

più giovani, il ferro è più labilmente combinato e svelabile coi soliti reattivi (1).

Il manganese esiste particolarmente nelle foglie più giovani.

Degli enzimi respiratorii, vi ha l'ossidasi nei meristemi, la perossidasi nella porzione inferiore del caule, e manca la catalasi.

Glyceria fluitans R. Br. — Il ferro vi si trova in quantità relativamente piccola, eccetto che nell'epidermide delle radici: in quest'ultima inoltre è in parte sotto forma di combinazione anorganica. Manca la catalasi: l'ossidasi e la perossidasi hanno la solita distribuzione.

Cyperus Papyrus L. — Ferro abbondante specialmente nelle cellule epidermiche degli organi sotterranei: assai notevole la ricchezza in manganese del tessuto midollare del caule.

I fermenti respiratorii hanno la solita localizzazione, e la grande ricchezza manganese del tessuto midollare in non coincide punto colla presenza di ossidasi.

Scirpus lacustris *L.* — **S. silvaticus** L. — **Carex acuta** *L.* — In queste tre specie ho fatto osservazioni con risutati identici a quelli ottenuti nel *C. Papyrus.*

Eleocharis acicularis R. Br. — Individui raccolti sulle rive sabbiose del L. d'Orta. Tutte le parti della pianta sono prive di composti labili di ferro; questo elemento e il manganese sono riconoscibili solo nelle ceneri.

Mancano gli enzimi respiratorii.

Lemna trisulca L. — Il ferro è presente in tutti gli organi, particolarmente nei più adulti; all'incontro il manganese si trova di preferenza in quelli più giovani.

L'ossidasi si trova nell'apice vegetativo caulinare; la perossidasi è presente nelle cellule che circondano il punto d'inserzione dei caulicini alla fronda madre; la catalasi è localizzata in modo particolare nelle cellule scolorate che si trovano lungo il margine delle singole fronde.

L. minor L. — Il ferro e il manganese sono in quantità minore che nella *L. trisulca.* L'ossidasi è localizzata nell'apice vegetativo caulinare; è dubbia la presenza di essa all'apice radicale: forse il numero esiguo di cellule costitnenti il meristema non permette una constatazione sicura. Mancano la perossidasi e la catalasi.

(1) Pei dati quantitavi sulla presenza del ferro nell'*Elodea canadensis* cfr. Wolf E. *Aschenanalysen*, 1871, Bd. II.

L. polyrrhiza L. — Si osserva una intensa reazione di ferro anorganico nelle cellule epidermiche delle radici e in quelle della faccia inferiore delle fronde. Quanto al manganese non ho osservato nulla di notevole.

La pigmentazione intensa del succo cellulare delle cellule epidermiche delle radici e della pagina inferiore delle fronde, non mi hanno permesso di constatare l'esistenza di enzimi respiratorii in rapporto col ferro anorganico.

L. gibba L. — Si comporta nell'istesso modo che la *L. minor;* anche nell'abbondante tessuto lacunoso della pagina inferiore della fronda non si osservano enzimi respiratorii.

Pistia stratiotes L. — Le radici, finchè son giovani e natanti, sono povere di composti di ferro e di manganese, e questi elementi sono pure difficilmente riconoscibili con i reattivi ordinari. Allorchè invece sono adulte, e ancor più se toccano il limo del fondo del bacino, nel quale si coltivano, esse si arricchiscono rapidamente di ferro, in modo che le ceneri assumono un colore ocraceo, e nei tessuti il ferro è riconoscibile con estrema facilità. Non esistono nelle radici composti tannici, non è quindi ammissibile l'esistenza di tannato di ferro.

Nelle foglie il ferro e il manganese si trovano sotto forma di composti organici.

L'ossidasi si trova nei meristemi: mancano la perossidasi e la catalasi.

Eichornia crassipes Mart. — Le radici giovani contengono traccie di ferro labile nelle cellule epidermiche; la quantità residua di questo elemento è più stabilmente combinata coi composti organici.

Allorchè sono adulte esse si impregnano notevolmente di ferro nelle medesime condizioni della *Pistia.*

Insieme col ferro si trova sempre del manganese, ma in quantità minore.

Le cellule epidermiche e il cilindro centrale delle radici contengono perossidasi; nelle radici giovani si trova della catalasi in piccola quantità.

Nella porzione caulinare e fogliare verde emersa, il ferro si trova sotto forma esclusivamente organica; e mancano gli enzimi respiratorii.

Iuncus effusus L. — L'epidermide delle radici è in tutta la loro lunghezza impregnata di sali di ferro assai labili. Il rizoma non contiene ferro labile, e il ferro che vi si trova in notevole quantità

è, come anche quello delle foglie, riconoscibile solo dopo distruzione della sostanza organica.

Del manganese è notevole la quantità grandissima che si trova nel midollo.

L'ossidasi si trova solo negli apici vegetativi della radice e del caule e nel cilindro vascolare del tratto più giovane del rizoma: esiste in piccola quantità nel tessuto midollare ricco di manganese particolarmente alla base. Mancano la perossidasi e la catalasi.

Polygonum amphibium L. — Ho studiato la parte caulinare e fogliare di entrambe le forme natante e emersa. La prima differisce dall'altra per la presenza di piccole quantità di composti labili di ferro nelle cellule epidermiche del caule. Salvo questa piccola differenza, entrambe le forme si presentano identiche per la mancanza di composti anorganici di ferro nelle foglie, e per l'assenza di enzimi respiratorii. Anche la pagina inferiore delle foglie della forma natante manca di catalasi, e ciò a differenza di quanto avevo potuto osservare in qualche *Potamogeton.*

P. Hydropiper L. — Ho esaminato individui cresciuti in fondo melmoso; ho trascurato la parte aerea, le cui condizioni di ambiente non sono quelle che io studio; nelle radici ho osservato la presenza di quantità abbastanza notevole di composti anorganici di ferro nelle cellule epidermiche; con prevalenza, come di solito, nella parte più adulta.

Nella ricerca di enzimi respiratori ho ottenuto risultati incerti per la presenza di sostanze colorate in molti elementi delle radici; ho potuto escludere l'esistenza di catalasi.

Montia fontana L. (1) — In tutte le parti della pianta il ferro e il manganese si trovano in piccola quantità; quest'ultimo elemento è più abbondante del primo nella parte verde emersa: all'incontro il ferro è più abbondante nella porzione radicale e caulinare sommersa. Entrambi gli elementi si trovano sotto forma organica.

Se si eccettua l'ossidasi che esiste nei meristemi caulinari, manca qualsiasi enzima respiratorio.

Nelumbium luteum Willd., **N. speciosum** Willd. — Queste due specie presentano fra loro la più stretta analogia per rispetto al ferro

(1) Gli esemplari studiati appartenevano alla varietà *rivularis* ed erano stati raccolti nell'acqua di una sorgente di acqua fresca e limpidissima presso Giaveno. La parte inferiore di tale pianta era quindi costantemente in contatto con acqua.

e al manganese e agli enzimi respiratori. Le radici hanno le cellule epidermiche più esterne morte e fortemente impregnate di ferro anorganico. Il cilindro centrale contiene pure traccie di ferro anorganico, e in rapporto con questo si trova della perossidasi.

Il rizoma è assai più interessante: le cellule epidermiche sono incolore o leggermente tinte in roseo e contengono ferro in quantità; la sua presenza si può rilevare facilmente coi reattivi ordinari.

Allorchè i rizomi si sono fatti adulti, appaiono sulla superficie di essi delle verruche lineari corrispondenti esattamente alle verruche che esistono sulla superficie dei peduncoli delle foglie e dei fiori.

Negli organi caulinari sotterranei queste verruche sono ridotte a piccoli ammassi cellulari appena sporgenti, di color bruno e fortemente impregnati di ferro. Inoltre, perchè l'accrescimento in volume del tessuto vascolare e parenchimatico del rizoma non è accompagnato da un corrispondente accrescimento del tessuto epidermico, avviene che questo si va lacerando longitudinalmente per lunghi tratti; le lacerazioni però man mano che si formano sono subito cicatrizzate. Tale tessuto di cicatrice è fortemente impregnato di ferro, e l'impregnazione si estende anche al tessuto sottostante alla cicatrice stessa; se non che mentre il ferro cicatriziale è facilmente riconoscibile con qualsiasi reattivo, quello subcicatriziale non reagisce coll'ematossilina, ma solo coi prussiati e HCl.

In corrispondenza di tale accumulo di ferro organico subcicatriziale esiste in quantità la perossidasi; questa manca invece dove vi ha solo ferro anorganico: si trova inoltre perossidasi in piccola quantità nei fasci vascolari e nelle pareti delle più ampie lacune aerifere; talvolta le stesse cellule che tappezzano le lacune aerifere danno una debole reazione di ferro.

Nei peduncoli delle foglie e dei fiori e nel lembo fogliare, il ferro e il manganese si trovano in notevole quantità, ma entrambi sono riconoscibili solo dopo incineramento delle piante.

In questi organi mancano enzimi ossidanti (salvo forse nei punti meristematici del fiore di cui io non mi sono occupato): talvolta si trova della perossidasi nelle cellule, che rivestono le pareti delle lacune maggiori, nella parte inferiore scolorata del peduncolo.

Nuphar luteum Sm. — Le radici più giovani non danno reazioni microchimiche molto evidenti di ferro; quelle più adulte hanno le cellule epidermiche, e talvolta anche quelle immediatamente sottostanti, impregnate di ferro. Questo elemento però è sempre facilmente svelabile da qualunque reattivo nelle cellule epidermiche,

mentre in quelle sottostanti l'ematossilina non lo mette in evidenza: questo secondo strato di cellule contenente ferro organico si trova solo nelle radici maggiori che hanno circa 6-8 mm. di diametro, e il loro contenuto reagisce anche con i reattivi della perossidasi.

Nelle radici più sviluppate le membrane degli elementi dell'endoderma contengono ferro anorganico, e le cellule situate all'interno di essi contengono perossidasi.

Nei grossi rizomi il ferro e il manganese esistono, come è noto da tempo (1), in notevole quantità e tutto sotto forma di combinazioni organiche: naturalmente non mi occupo di quei composti di ferro che si trovano negli elementi in via di distruzione, che costituiscono i residui dei vecchi peduncoli.

La perossidasi nei rizomi è localizzata nei fasci vascolari e l'ossidasi negli apici vegetativi.

Nelle foglie adulte il ferro è tutto sotto forma organica, eccezione fatta per le lacune, sulle pareti delle quali si può constatare talvolta la presenza di piccole quantità di ferro.

L'ossidasi e la catalasi mancano; la superficie dei peli stellati che sporgono nelle lacune aerifere, si colora talvolta coi reattivi delle perossidasi; per difficoltà di indole tecnica non ho potuto accertare se in questi peli stellati sia contenuto del ferro.

I semi germinanti contengono quantità notevoli di ferro anorganico, assai probabilmente allo stato di tannato, nel cingolo di peli che circonda la base della radice principale (2), e nel tessuto che si trova alla base di questi peli. La perossidasi ha approssimativamente la stessa localizzazione del ferro; mancano ossidasi e catalasi. Assai piccola è la quantità di ferro che si può riconoscere microchimicamente nell'epidermide delle giovani radici secondarie.

Nymphaea alba L. — Nella pianta adulta non ho potuto osservare alcuna differenza da quanto ho rilevato nel *Nuphar*.

Nei germogli si trova tannato di ferro nei così detti peli primari (3) che esistono alla base della radice principale; manca invece il ferro nei peli radicali propriamente detti che si sviluppano sulle radici secondarie.

(1) Wolf. — *Aschenanalysen*. Bd. II, 1871.

(2) Trecul A. — *Structure et développement du Nuphar lutea* (Ann. sc. nat. Bot., sér. 3, T. IV, 1845). *Etudes anatomiques et organogéniques sur la Victoria regia et anatomie comparée du Nelumbium, du Nuphar et de la Victoria*. (Id. id., s. 2, T. I).

(3) Caspary B. — *Nymphaeaceae* (In Engler u. Prantl. Die Nat. Pflanzenfamilien III, 2, p. 2).

L'ossidasi è limitata ai meristemi; la perossidasi si trova nelle cellule immediatamente vicine a quelle che sono impregnate di tannato di ferro; anche le due foglioline cotiledonari contengono traccie di ferro e di perossidasi nelle cellule epidermiche.

Victoria regia Schomb. — **V. Cruziana** D'Orb. — **Euryale ferox** Salisb. — Di queste tre interessanti ninfeacee ho potuto studiare solo i semi germinanti. Il ferro si trova in quantità notevole in tutti i tessuti del cosidetto organo branchiale (1); in parte sotto forma di tannato, ed allora dà alle cellule che lo contengono la nota caratteristica colorazione, in parte sotto altre forme pure assai labili e facilmente scomponibili da HCl diluito, dai solfuri alcalini, dall'ematossilina.

Nelle cellule contenenti ferro e più ancora in quelle prossime ad esse è ben evidente la reazione della perossidasi.

Le radici giovani sono prive di ferro, salvo che nella pileoriza; in questa il ferro si trova solamente nelle cellule più adulte che si vanno esfoliando dalla pileoriza stessa lungo la radice già sviluppata, e in una serie di cellule costituenti l'epiblema, proprio all'esterno del punto dove è più intensa l'attività meristematica dell'apice radicale: io non ho potuto, per la penuria del materiale di studio, constatare la presenza di cuticola nella membrana di tali cellule; certo è però che la presenza del ferro, che io ho constatato in tante cuticole di piante diversissime e in alcune endodermidi, fa pensare all'esistenza di cellule ferrifere aventi membrana cutinizzata. L'aspetto degli apici radicali dopo il trattamento con HCl e prussiato giallo ricordava molto quello figurato da H. Muller nella *Convallaria majalis* in un recente lavoro sulla metacutinizzazione degli apici radicali (2).

Le cellule epidermiche della parte più adulta della radice sono pure provviste di ferro; si nota invece la mancanza di esso nella zona assorbente della radice stessa.

La perossidasi ha la stessa localizzazione del ferro, eccetto che nell'apice radicale, dove si trova della ossidasi. Manca la catalasi.

Nei peduncoli delle foglie la perossidasi si trova qua e là in cellule sparse sull'epidermide e nel fascio vascolare; manca quasi del tutto il ferro anorganico. Il lembo delle giovani foglioline contiene il ferro tutto sotto forma organica e manca di enzimi respiratorii.

(1) Goebel K. — *Pflanzenbiologischen Schilderungen.* II Th. Wasserpflanzen 1891, p. 268.

(2) Muller H. — *Über die Metakutinisierung der Wurzelspitze und über die verkorkten Scheiden in den Achsen der Monokotyledonen.* Botanische Zeitung Jahrg. 64, I Abt., p. 50.

Una leggera impregnazione di ferro si osserva pure nella epidermide delle foglie cotiledonari e nelle cellule vasali che si anastomizzano sotto di essa; in questi elementi contenenti composti ferruginosi si trova pure della perossidasi. Manca la catalasi.

Come osservazione generale estesa a tutte le ninfeacee che ho studiato, aggiungerò che i semi al termine della quiescenza nella melma, contengono nei tegumenti delle piccole quantità di ferro anorganico, in parte come tannato.

Ceratophyllum demersum L. — Il ferro esiste in notevole quantità in tutti gli organi della pianta: l'estratto acquoso sia a freddo che a caldo contiene ferro, il quale però reagisce sempre come composto organico. L'estratto acquoso a freddo, filtrato e poi sottoposto all'ebollizione, permette di constatare come una parte del ferro sia contenuto parte in composti coagulabili col calore, e parte in corpi non aventi tale proprietà.

Il manganese predomina nei tessuti più giovani, o almeno il minor contenuto in ferro permette una più facile constatazione della presenza del manganese.

Le reazioni microchimiche mettono in evidenza la presenza del ferro inorganico qua e là nelle cellule epidermiche, come ha già constatato Molisch; inoltre si trova ferro nel fascio vascolare, particolarmente del caule. In questa pianta si osserva un aumento progressivo nel contenuto in ferro in rapporto diretto coll'età del tessuto, e inverso colla sua funzionalità assimilatrice; la porzione di ferro che così va accumulandosi assume stato di combinazione decisamente anorganico. La quantità massima di ferro si trova in quelle foglie scolorate che stanno alla base del caule e funzionano come organi di fissazione al fondo.

L'ossidasi è limitata ai meristemi, la perossidasi occupa particolarmente gli elementi dell'endoderma, ma le colorazioni provocate da tale enzima si diffondono anche verso l'interno del cilindro centrale, avendo però il suo massimo verso l'endoderma.

La catalasi esiste in piccola quantità alla superficie delle fini lacinie fogliari; la si trova talvolta in quantità maggiore quando le condizioni di vita della pianta sono sfavorevoli, come per l'effetto di una scarsa illuminazione o aereazione dell'ambiente, ecc.

Ranunculus trichophyllus Chaix. — Le radici libere fluitanti non danno reazione di ferro anorganico; lo stesso si osserva nel maggior numero di quelle fissate nel suolo; composti anorganici di ferro si trovano in piccola quantità nell'endoderma del caule e nelle cellule epidermiche dei peduncoli fogliari.

Le ceneri di tutti gli organi della pianta contengono molto ferro e manganese; di questo elemento sono, come al solito, particolarmente ricche le ceneri provenienti dagli organi giovani.

I saggi eseguiti sia sopra il succo spremuto, che sopra gli estratti acquosi fatti a freddo o a caldo mostrano l'esistenza di composti organici solubili di ferro, in parte aventi la proprietà delle sostanze proteiche. Mancano composti isolati di tipo anorganico.

L'ossidasi è limitata ai meristemi radicali; la perossidasi si trova nelle cellule epidermiche delle radici, e in quantità assai piccola in quelle del caule e delle foglie; i fasci vascolari contengono pure perossidasi.

La catalasi si trova particolarmente nelle foglie, in quantità minore nel caule e nelle radici. Una delle condizioni favorevoli alla formazione di catalasi in questa pianta è l'oscurità; all'incontro al buio la perossidasi scompare completamente dalle foglie e da quelle porzioni di caule giovane che sono fornite di elementi assimilatori.

Nasturtium officinale R. Br. — Le radici più adulte presentano talvolta del ferro anorganico negli elementi epidermici; di solito quelle giovani e natanti nell'acqua, pur contenendo del ferro hanno bisogno d'un trattamento prolungato con H Cl perchè sia possibile metterlo in evidenza.

È degno di nota il fatto che se si pongono le radici in condizioni di sofferenza, p. es. lasciandole essiccare lentamente, allora, coll'azione dei prussiati e di H Cl, è più facile osservare la presenza di ferro; probabilmente le alterazioni che hanno luogo nelle cellule morenti hanno per effetto la formazione di composti di ferro più labili.

Nel caule e nelle foglie il ferro esiste, sebbene in quantità relativamente piccola, e negli organi più giovani prevale il manganese.

Se si eccettua l'ossidasi, che si trova in traccia negli apici radicali, manca qualsiasi enzima respiratorio.

Lotus uliginosus Schrk. — Esemplari raccolti in luogo umido sabbioso irrigato da acqua sorgiva. Nulla di notevole ho rilevato nella parte aerea della pianta, dove del resto si trovano ferro e manganese legati sotto forma organica. Nelle radici il ferro esiste pure unicamente sotto forma organica. In tali piante si trova, come è noto (1),

(1) Schenk. — *Über das Aerenchym ein dem Kork omologes Gewebe bei Sumpfpflanzen* (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XX, 1889).

un tessuto aerenchimatico assai bene sviluppato ed avente origine analoga al sughero corticale; tale tessuto si trova nella parte inferiore del caule e lo sviluppo di esso è in stretto rapporto coll' altezza del livello dell'acqua che bagna il caule. L'aumento di volume di tale tessuto dà luogo alla rottura dell'epidermide, i lembi della quale rimangono qua e là a ricoprire l'aerenchima sottostante. Gli elementi più esterni di tale aerenchima talvolta contengono composti labili di ferro, ma la presenza di corpi di tal natura è da attribuirsi ad una impregnazione post mortale dall'esterno, come ne fa fede anche l'alterato colore degli elementi superficiali.

Tale tessuto lacunoso, ben ripulito dalle particelle terrose aderenti alla superficie, è assai povero di ferro e di manganese.

Tutte le parti della pianta, eccetto i meristemi, mancano di enzimi respiratorii.

Callitriche verna Kutz. — Le radici sono perfettamente scolorite e contengono soltanto ferro organico; in alcuni individui ben sviluppati, oltre alle radici infisse nel fondo, per lo più sabbioso e ben aerato dall' acqua corrente, si osservano radici nate dai rami più lunghi e non ancora fissate al fondo, ma natanti liberamente nell'acqua: in queste il ferro non è riconoscibile neppure coi prussiati acidificati con HCl; all'incontro nelle radici infisse nel suolo è possibile ottenere la colorazione del ferrocianuro mediante acidificazione con HCl: neppure l' ematossilina e i solfuri alcalini diluiti sono sufficienti a svelare la presenza del ferro.

Nei tessuti verdi galleggianti manca qualsiasi traccia di ferro anorganico; il succo ottenuto per pressione e l'estratto a freddo o a caldo contengono tutti ferro e manganese, entrambi sotto forma organica, di cui una parte legata colle sostanze albuminoidi.

L'ossidasi è assai poca negli apici radicali; la perossidasi si trova nelle cellule epidermiche delle radici e della parte inferiore scolorata del caule; esiste pure nel fascio vascolare. Manca la catalasi.

Elatine hexandra DC. — Individui raccolti sulle rive sabbiose del L. d'Orta. Il ferro e il manganese esistono solo sotto forma organica in tutti gli organi della pianta.

Mancano gli enzimi respiratorii.

Peplis Portula L. — Individui cresciuti su fondo ghiaioso aerato. Tutte le parti della pianta sono prive di composti anorganici di ferro; mancano enzimi respiratori, salvo nell' apice radicale, dove esiste ossidasi in piccola dose.

Trapa natans (1) L. — **T. verbanensis** D. N. — **T. bicornis** L. — I tegumenti dei frutti al termine della quiescenza contengono una notevolissima quantità di tannato di ferro e di manganese, e l'impregnazione giunge fin contro i tegumenti seminali; spesso anche il tegumento interno e l'epidermide dell'embrione, sono impregnati di composti di ferro; questi mancano invece nel tessuto tessellare. Lo stato di combinazione è sempre quello di composti anorganici di ferro e anche l'ematossilina ne svela con facilità l'esistenza.

Il tessuto di riserva e le gemmule del seme sono assai povere di ferro, di manganese, come lo mostrano i dati analitici che riporto più innanzi.

(1) Le nozioni che si hanno sulla ricchezza della *T. natans* in composti di ferro, sono forse le più antiche tra quelle riguardanti la presenza di questo elemento nelle piante acquatiche. Se ne occupò già Gorup Besanez (*Liebig's Annalen*, Bd. C, p 106) nel 1856. Dei dati quantitativi riguardanti questa pianta si trovano raccolti in E Wolf *Aschenanalysen*. Si credette però per lungo tempo che tale forte accumulo di ferro, particolarmente nei frutti, fosse il prodotto di una elaborazione fisiologica per parte dei tessuti della pianta. Thoms G. (*Wie ist der hohe Gehalt an Eisen resp. Eisenoxyd in der Asche von* Trapa natans *zu erklaren?* Landw. Vers. Stat. 1897, p. 165; Ref. in Bot. Centrbl. B. 1897-98, p. 339) fu il primo a dimostrare che una parte notevole dell'accumulo di ferro ha luogo dopo il distacco dei frutti dalla pianta madre, durante la permanenza di essi nella melma del fondo delle paludi. Questi risultati spiegano non solo la quantità veramente straordinaria di ossido di ferro accumulato nei frutti, ma anche l'insolito stato di combinazione del ferro nei tessuti.

Recentissimamente Soave M. (*Annali della R. Acc. d'Agricoltura di Torino*, XLVIII, 1905, p. 409) riprese gli studi intorno al contenuto in ferro della *Trapa* estendendolo anche agli organi vegetativi nei varii periodi del loro sviluppo.

Riporto da tale lavoro alcune cifre, le quali mostrano con molta evidenza lo stretto legame che intercede tra l'accumulo di ferro e la difficoltà dell'aerazione dei diversi organi della pianta.

Sono analisi eseguite su campioni raccolti in quattro periodi di tempo a partire dalla germinazione fino ad avanzatissimo sviluppo della pianta. L'A. ha tenuto separati i diversi campioni mano a mano che la loro differenziazione si andava facendo più spiccata.

	I Raccolta		II Raccolta	
	Fusti, Foglie, Radici verdi	Radici nere	Fusti, Foglie, Radici verdi	Radici nere
Fe_2O_3 % di sostanza . .	0.740	1,978	0,772	2.91

	III Raccolta			IV Raccolta		
	Foglie,	Fusti Rad. verdi	Rad. nere	Foglie,	Fusti, Radici	Rad. nere
Fe_2O_3 % di sostanza .	0,618	1,54	2,25	0,500	1,439	4,305

Manca l'ossidasi; la perossidasi si trova nelle cellule del parenchima cotiledonare che sono più prossime all'epidermide, e nei fasci vascolari. Naturalmente i tessuti tegumentali morti e imbevuti di acqua sono privi di qualsiasi enzima respiratorio.

Durante la germinazione esiste ferro allo stato di tannato nella parte superficiale delle cellule epidermiche del germoglio; coll'invecchiare del radicoforo il contenuto in ferro va aumentando di qualche poco, ma le nuove porzioni di ferro che vi si aggiungono non assumono la forma di tannato.

L'ossidasi è limitata ai punti meristematici, e la perossidasi è assai poca; manca la catalasi.

Le radici geotropicamente positive hanno di solito una colorazione nero-violacea, dovuta, come è noto, alla presenza di tannato di ferro che le impregna per molta parte della loro lunghezza; talvolta il loro colore è verde nel tratto più prossimo al punto d'inserzione sul radicoforo, particolarmente nei primi periodi dello sviluppo, quando l'illuminazione del fondo dell'acqua è ancora piuttosto viva. In seguito il colore diventa in questo tratto bruno-rossastro, come in tutti gli organi sommersi e male illuminati della Trapa: in questa porzione di radici il ferro è in quantità limitata e sotto forma analoga a quella delle altre specie palustri. Nel tratto rimanente delle radici vale a dire in quello affondato nel suolo fino quasi alla porzione meristematica, il ferro è quasi totalmente allo stato di tannato; questo composto si trova poi di nuovo in piccola misura nella pileoriza.

In alcuni casi il tannato si trova solo nelle cellule epidermiche, in altri invece esiste anche negli elementi situati più profondamente sino al fascio vascolare, senza però mai impregnare i tessuti conduttori.

Le cellule epidermiche delle radici, così fortemente impregnate di tannato, hanno il plasma finamente granuloso; il nucleo è fusiforme, ingrossato ed ha perduto in gran parte la cromatina; in complesso gli elementi non presentano molte differenze da molti altri elementi adulti che si trovano nella stessa pianta. Le cellule sottostanti all'epidermide conservano una intensa colorabilità del nucleo.

L'impregnazione in nero delle radici ha luogo in misura notevole solo se il terreno non è in grado di provvedere sufficientemente all'aerazione delle radici stesse. Se si coltivano piante in acqua corrente o frequentemente rinnovata, senza che vi sia melma nel fondo, oppure in bacini nei quali sia stata messa della terra da lungo tempo esposta all'aria e ben ossidata, la colorazione delle radici è rossastra nel primo caso e manca ogni traccia di tannato; nel secondo la qua-

lità di tannato di ferro è minima in confronto a quella che si osserva in natura.

Tutti gli elementi così anneriti reagiscono positivamente coi reattivi della perossidasi, e tale reazione si osserva pure nella pileoriza al di sotto delle cellule impregnate di tannato di ferro. Non ho constatato la presenza di catalasi.

Le radici geotropicamente negative emesse dal radicoforo e quelle avventizie ascellari delle foglie non danno reazione di ferro se non dopo incineramento; si trova bensì alla superficie di esse un sottile strato di composti ferruginosi, ma essi sono asportabili meccanicamente mediante un'accurata lavatura.

L'ossidasi è presente in piccola misura nei punti meristematici, la perossidasi si trova nell'epidermide e nell'endoderma delle radici più adulte. Esiste in piccola quantità della catalasi, avente sede piuttosto superficiale, ma solo nelle radici verdi.

Il caule presenta le cellule epidermiche e quelle dell'endoderma piuttosto ricche di ferro anorganico, ma non allo stato di tannato: la perossidasi esiste nell'epidermide e nell'endoderma.

Eguali osservazioni ho fatto rispetto ai peduncoli delle foglie: la porzione ventricosa di queste permette di studiare più minutamente il tessuto aerifero; vi si trova ferro organico e manganese; quest'ultimo in quantità relativamente grande rispetto al ferro: mancano enzimi respiratorî, come del resto in quasi tutti i tessuti lacunosi che ho studiato.

Il lembo delle foglie è provvisto di composti di ferro e manganese esclusivamente organici; nella *T. natans* le cellule morte residue dei peli che ricoprono le pagine inferiori delle foglie giovani sono impregnate di ferro anorganico. Se si eccettua la perossidasi che si trova nei fasci vascolari maggiori, mancano gli enzimi respiratorii.

Isnardia palustris L. — Individui cresciuti su fondo melmoso, in acque lentamente scorrenti.

Nelle radici (tutte avventizie) sviluppatesi dai nodi inferiori e affondate nella melma, le cellule epidermiche contengono in notevole misura composti anorganici di ferro; questi sono assai più scarsi in quelle radici, che sono inserite nei nodi superiori, e si svolgono natanti nell'acqua.

Le cellule epidermiche della parte sommersa del caule contengono composti anorganici di ferro; composti analoghi si osservano pure nel cilindro centrale.

Esiste ossidasi in piccola quantità negli apici radicali, mancano perossidasi e catalasi.

Epilobium tetragonum L. — Accenno a questa specie, più spesso uliginosa che veramente acquatica, solo per rilevare che, quando la pianta ha la parte inferiore del caule ricoperta per lungo tempo dall'acqua, si svolgono delle radici avventizie natanti, mentre quelle inferiori si impregnano fortemente di ferro e di manganese e acquistano il colore e l'aspetto di quella di *Trapa* (1).

Iussiaea repens L. — Le radici che si affondano nel suolo hanno le cellule epidermiche ricoperte di materiali ricchi di ferro che si esportano meccanicamente con facilità e lasciano le cellule perfettamente scolorate e prive di qualsiasi composto di ferro anorganico, anche nelle radici ben sviluppate: esistono però sempre composti organici di ferro e manganese, come lo rivela l'analisi delle ceneri.

Non esistono ossidasi, perossidasi e catalasi: è degna di nota la mancanza di composti ferruginosi anorganici e di enzimi respiratori in queste radici più d'ogni altra grandemente provviste di tessuto spugnoso aerifero.

Anche le radici geotropicamente negative funzionanti da pneumatodii non solo sono prive di ferro anorganico, ma questo elemento esiste in piccola quantità; anche in misura relativamente piccola si trova il manganese. In questi pneumatodii non esistono fermenti respiratorii.

Il caule e le foglie non presentano nulla di particolarmente notevole.

Myriophyllum spicatum L. — Le radici sono più o meno ricche di ferro secondo l'ambiente, nel quale si sviluppano: nell'acqua limpida e mossa dei canali e dei laghi, il loro colore è perfettamente bianco, e il ferro anorganico è appena riconoscibile sulla superficie delle cellule epidermiche. Se invece le piante si sviluppano nelle acque lentamente scorrenti su fondo melmoso, o addirittura nei pantani, le radici assumono un colore nero violaceo più o meno intenso, e la quantità di ferro in esse contenuto cresce considerevolmente. La colorazione degli organi, il forte contenuto in tannino che si osserva in tutte le parti della pianta, la facilità del composto ferruginoso a reagire coi soliti reattivi, permettono di affermare con molta probabilità l'esistenza di tannato di ferro.

(1) Allorchè le condizioni sono a ciò favorevoli, nelle parti sommerse di queste e di altre onagrariee, si sviluppano abbondanti tessuti lacunosi destinati all'aerazione: cf. SCHENK H. *Über das Aérenchym ein dem Kork omologes Gewebe bei Sumpfpflanzen* (Jahrb f. wiss. Bot. Bd. XX, 1889).

La precipitazione del ferro in queste radici come pure in quelle della *Trapa* non si deve considerare come un fenomeno postmortale e conseguenza di una prolungata macerazione, come quello che ha luogo nelle cellule epidermiche in via di esfoliazione delle radici, p. es. di *Nuphar* o di *Nymphaea*, ma bensì un fatto, nel quale gli elementi cellulari prendono parte attiva; infatti, come già ebbi occasione di rilevare per la *Trapa*, le cellule epidermiche hanno tutti i caratteri citologici di elementi ancor vivi.

Il caule, per la porzione che è affondata nella melma e nella sabbia, è assai ricco di ferro negli elementi superficiali; molto piccola è invece la quantità di ferro anorganico contenuta nel cilindro centrale.

La perossidasi è assai poca e limitata al cilindro centrale; manca la catalasi.

La parte superiore del caule e le foglie contengono solo composti organici di ferro e di manganese; la superficie delle foglie è spesso ricoperta d'un sottile strato di limo ocraceo assai ricco di ferro, il quale talvolta ossida il guaiacolo in presenza di acqua ossigenata. Mancano gli enzimi respiratorii.

M. verticillatum L. — Gli esemplari che io ho studiato erano cresciuti su fondo melmoso e avevano le radici di color rossastro; mancava in esse il tannato di ferro; per mancanza di materiale di diversa provenienza, non ho potuto accertare se l'assenza di tannato di ferro sia normale nelle radici di questa specie, o sia soggetta a variazioni in rapporto all'ambiente, come la specie precedente.

Alla superficie delle radici ho osservato una leggera reazione di ferro da attribuirsi in parte a depositi extra epidermici; ad ogni modo il contenuto in ferro è assai piccolo. Conviene ricordare che tali radici sono per la maggior parte ben provviste di lacune aerifere.

Nella porzione caulinare e nelle foglie non ho rilevato nulla di diverso dal *M. spicatum*.

Hippuris vulgaris L. — Il ferro anorganico esiste in piccola quantità nell'epidermide delle radici: manca quasi totalmente nell'epidermide della parte sommersa e scolorata del caule; in questo organo il ferro che vi esiste è tutto sotto forma di composti organici; le ceneri assumono un colore leggermente ocraceo.

Nelle foglie il ferro si trova in quantità minore e tutto sotto forma organica.

Mancano enzimi respiratorii, salvo che nell'apice radicale dove non v'ha ossidasi.

Menyanthes trifoliata L. — Le radici di questa specie per la parte che è affondata nella melma, sono scolorate, mentre sono assai ricche

di clorofilla in quella più prossima al punto di inserzione e immersa nell'acqua più o meno limpida. La parte incolore è assai ricca di ferro inorganico localizzato nelle cellule epidermiche, e particolarmente in quelle in via di esfoliazione.

Nei tessuti di questa parte delle radici non ho osservato alcun enzima respiratorio.

La parte verde delle radici si comporta esattamente come il caule: il ferro è riconoscibile microchimicamente solo nella cuticola delle cellule epidermiche.

Nel tessuto spugnoso, così abbondante nelle radici e più ancora nel caule, più che la presenza di composti di ferro esclusivamente organici, è notevole la grande quantità di manganese: questo elemento esiste in tutti gli organi della pianta, ma il massimo accumulo di esso lo si osserva nel midollo e negli apici meristematici.

Lo stato di combinazione del manganese è vario: sottoponendo dei cauli ben lavati e contusi ad una fortissima pressione, il succo che se ne ottiene è assai ricco di questo elemento; sottoponendo poi il succo filtrato all'azione del calore, si trova manganese sia nelle ceneri del coagulo, che in quelle della parte limpida; una parte notevole si trova anche nel residuo spremuto; si deve quindi ammettere che il manganese si trovi legato a diversi composti, dei quali parte di natura albuminoide.

È degno di nota il fatto che il tessuto midollare adulto è assolutamente privo di enzimi respiratorii, mentre esistono perossidasi nei fasci vascolari.

Il succo spremuto e lasciato all'aria si ossida in breve tempo, ma in un liquido ottenuto in tal modo, e costituito necessariamente non solo dal contenuto degli elementi del parenchima lacunoso, ma anche di quelli dei fasci vascolari, i fenomeni di ossidazione possono dipendere sia da enzimi ossidanti eventualmente esistenti, sia da prodotti di alterazione delle sostanze ottenute nel succo. Credo perciò non sia da tener conto delle ossidazioni del succo così spremuto, per affermare la presenza di enzimi ossidanti nel perenchima lacunoso del caule di *Menyanthes*.

La guaina fogliare nella parte che è in diretto contatto coll'acqua, contiene piccole quantità di ferro anorganico nella cuticola delle cellule epidermiche; nella porzione rimanente della guaina, nei peduncoli e nel lembo, il ferro e il manganese esistono in discreta quantità esclusivamente sotto forma organica.

Anche in questi organi l'ossidasi si trova nei tessuti ancora giovani, e la perossidasi solo nei fasci; manca la catalasi.

Utricularia vulgaris L. — Sulla superficie di tutte le piante si trova sempre un sottile deposito ocraceo ricco di ferro e di manganese; asportato meccanicamente tale deposito, si può constatare l'assenza costante di ferro anorganico; l'incenerimento permette di constatare sempre l'esistenza di ferro e di manganese in tutti i membri della pianta, con prevalenza del manganese nei tessuti più giovani.

Mancano perossidasi e catalasi.

Cicuta virosa L. — Le cellule ipodermiche delle radici e la pileoriza contengono assai presto dei composti anorganici di ferro; la quantità, nella quale essi si trovano, non aumenta però di molto col progredire dell'età della radice stessa.

Il ferro anorganico è limitato alla cuticola dell'epidermide. Nelle ceneri si può constatare, oltre alla presenza di ferro, anche quella di manganese in notevole quantità.

La membrana e il contenuto degli elementi epidermici, reagiscono coi reattivi della perossidasi; l'ossidasi si trova negli apici radicali; manca la catalasi.

Nulla di notevole ho constatato nella parte aerea della pianta.

Berula angustifolia Koch. — Le radici hanno alla superficie un leggiero deposito di ferro anorganico, anche quelle relativamente giovani. All'ascella delle foglie si sviluppano spesso delle radici avventizie che nuotano nell'acqua, e sono provviste di un po' di clorofilla; anche in queste, si trova, sebbene in quantità assai piccola del ferro anorganico.

Alcuni rami si allungano grandemente: essi si sviluppano in parte sotterra, a guisa di stoloni, e si mantengono perfettamente incolori: essi sono provvisti di una ampia lacuna centrale e nei loro tessuti non si trova del ferro che in piccola quantità, e esclusivamente sotto forma organica. I cauli verdi e i peduncoli delle foglie presentano spesso la cuticola impregnata di composti anorganici di ferro: credo si tratti in questo caso realmente di una impregnazione che ha luogo in condizioni di sofferenza delle cellule epidermiche, perchè assai spesso in questa specie mi è occorso vedere cauli o foglie, o parti di essi, chiazzati qua e là di bruno per mortificazione parziale di alcuni elementi cellulari.

Si trova del manganese particolarmente nei tessuti giovani; mancano la perossidasi e le catalasi; l'ossidasi è limitata agli apici radicali.

Gratiola officinalis Brot. — La parte emersa della pianta non presenta fatti particolarmente notevoli. La parte sommersa non contiene ferro anorganico; mancano altresì gli enzimi respiratori, ec-

cetto che nei tessuti dei giovani rizomi, dove si trova dell'ossidasi. Interessante è l'abbondanza di aerenchima nelle parti caulinari sommerse bene evolute.

Littorella lacustris L. — Ho studiato esemplari cresciuti completamente sommersi ed altri aventi solo la parte ipogea ricoperta da acqua. I risultati sono stati sempre eguali e cioè:

Assenza di composti anorganici di ferro; questo elemento e il manganese sono riconoscibili dopo distruzione della sostanza organica, ma esistono in quantità piccola. Mancano enzimi respiratorii.

La grande diffusione del manganese nelle piante palustri e acquatiche, già per la prima volta constatabile dalle ricerche di Gossl (1), riceve una nuova conferma dalle osservazioni sulle quali ho testè riferito; inoltre queste stesse osservazioni stabiliscono la particolare ricchezza di ferro che si riscontra in tutte le piante acquatiche, nozione questa finora accertata per un numero troppo ristretto di specie, per attribuirle con sicurezza un valore più generale.

È possibile spiegare le cause della presenza di questi due elementi in quantità tanto notevole nelle piante palustri? è possibile farsi un'idea delle funzioni fisiologiche, alle quali essi debbono servire?

L'opinione di Pfeffer (2), già ricordata, potrebbe a tutta prima trovare un appoggio nel fatto che, appunto nel terreno costituente il *substratum* per la vegetazione di molte piante palustri, il ferro e il manganese si trovano in quantità molto superiore alla normale, e che l'anidride carbonica, prodotta dalla fermentazione dei materiali organici, costituisce coll'acqua un'ottimo veicolo per portare a contatto dei tessuti viventi i due elementi in discorso.

Noi sappiamo però quanto sia sviluppato, negli organi assorbenti delle piante, il potere elettivo, potere che fa sì che le piante cresciute sul calcare contengano meno calcio di quelle cresciute su suolo siliceo, che permette che le piante assorbano solo in piccola quantità del magnesio dal terreno ricco di tale elemento. Inoltre lo studio della localizzazione del ferro e del manganese nei diversi tessuti delle piante palustri, toglie ogni dubbio che l'accumulo di questi due elementi non sia, in un gran numero di casi, l'effetto della attività fisiologica della pianta vivente.

Se si trattasse di una semplice impregnazione di sostanze organiche, il ferro e il manganese dovrebbero trovarsi entrambi in quan-

(1) Gossl J. — *Loc. cit.*
(2) Pfeffer W. — *Loc. cit.*

tità sempre maggiore sulle vie dell'assorbimento, e, nelle piante sommerse, nelle quali, come è noto, l'assorbimento ha luogo su tutta la superficie degli organi, si dovrebbe avere un'accumulo di composti metallici in tutte le parti superficiali. Inoltre la stretta analogia delle proprietà chimiche del ferro e del manganese farebbe sì che, nel caso di una semplice impregnazione, i due elementi venissero accumulati nei medesimi tessuti, come avviene nei tegumenti carpellari della *Trapa*. All'incontro ciò non si verifica, perchè per quanto riguarda il ferro si osserva bensì spesso un accumulo nella zona superficiale degli organi, ma pel manganese si trova che la localizzazione è sempre più profonda; e noi sappiamo del resto quanto sia grande la quantità di manganese che esiste nei meristemi e in alcuni tessuti midollari, due tipi di tessuti, ai quali certo non si può attribuire importanza nella funzione dell'assorbimento.

Oltre alla differente localizzazione dei due elementi, si osserva ancora che, se una parte del ferro e del manganese si trova in cellule non completamente attive per ciò che riguarda la funzionalità chimica, o addirittura morte, e quindi assoggettate unicamente alle comuni leggi della fisica e della chimica, una gran parte, e quella avente legami chimici più complessi, si trova in cellule soggette alle regolazioni della attività del plasma vivente; lo stato di combinazione poi è, almeno in parte, quello di composti di natura tale che la loro formazione non può aver luogo se non col concorso dei più elevati processi sintetici, proprî degli organismi viventi.

Escluso così che nelle piante acquatiche la presenza del ferro e del manganese abbia sempre il significato di una comune impregnazione, occorre studiare minutamente quali siano i caratteri di questi accumuli di elementi metallici, e con quali funzioni fisiologiche siano essi legati. Poichè dal complesso di quanto andrò esponendo verranno a risultare due ben distinte funzioni fisiologiche che il ferro e il manganese compiono probabilmente nelle piante acquatiche, io condurrò fin d'ora separatamente lo studio di questi due elementi e inizierò lo studio del ferro.

Negli organi emersi il ferro si trova sempre in quantità minore rispetto a quella contenuta negli organi sommersi; e tra questi sono meno forniti i tessuti assimilatori che quelli non tali; quando poi questi organi assimilatori per l'età o per l'accumulo su di essi di particelle solide, che, intercettando la luce, impediscono una conveniente funzione assimilatrice, vanno perdendo la proprietà di produrre ossigeno libero, allora la quantità di ferro in essi contenuta va

gradatamente aumentando, fino a raggiungere quello che si osserva in molti organi costantemente non verdi.

Negli organi sforniti di tessuti assimilatori il ferro esiste in quantità variabile a seconda dei diversi tessuti, e delle condizioni d'ambiente nelle quali si trovano gli organi stessi.

A tal proposito conviene fare una distinzione tra gli organi non verdi che vivono natanti nell'acqua e quelli che stanno immersi nella melma del fondo del bacino acqueo.

La porzione inferiore del caule e le radici natanti, come si osservano per es. nei *Ranunculus*, *Callitriche* ecc., viventi in acque correnti e ben aerate, contengono ferro in piccola quantità, quasi come gli organi verdi delle stesse piante; e analogo a quello contenuto nei tessuti assimilatori ne è lo stato di combinazione, vale a dire prettamente organico. Soltanto nelle cellule epidermiche più adulte il ferro assume uno stato di combinazione più labile, ma non tanto però, come quello che si osserva in altri tessuti, dei quali discorrerò fra breve. In condizioni analoghe a quelle dei *Ranunculus* e delle *Callitriche*, già citati, si trovano le radici di *Azolla Caroliniana*, *Hydrocharis Morsus-Ranae*, *Lemna minor*, *L. gibba*, *Montia fontana*, *Nasturtium officinale*.

In alcune delle specie testè ricordate (*Ranunculus*, *Callitriche*, *Nasturtium*) le radici che non sono libere e natanti nell'acqua, ma fissate negli strati superficiali del suolo, contengono il ferro in quantità un po' maggiore, e l'accumulo ha luogo particolarmente nelle cellule epidermiche, dove assume uno stato di combinazione meno stabile, rispetto alla molecola organica.

Sono rari i casi, nei quali le radici si affondono nel suolo umido ad una profondità relativamente grande, pur rimanendo prive di qualsiasi accumulo di ferro anorganico: ciò ha luogo solo quando sia convenientemente provveduto alla aerazione delle radici stesse; come avviene nell'*Isoetes Malinvernianum* avente le radici affondate nella sabbia, e nella *Jussiaea repens* così abbondantemente provvista di tessuto lacunoso.

Se appena tuttavia le radici non si sviluppano in luoghi così bene aerati, come sarebbero gli strati superficiali delle raccolte acquee (*Lemna*, *Azolla*), o le acque limpide correnti (*Callitriche*, *Ranunculus*), o i fondi sabbiosi sommersi sotto acqua costantemente rinnovata (*Is. Malinvernianum*, *Callitriche*, *Ranunculus*), l'accumulo di ferro nelle radici si fa sempre maggiore, e vi ha un numero considerevole di specie viventi in località più o meno costantemente ricoperte di acqua, nelle quali le cellule epidermiche delle radici adulte contengono ferro in notevole quantità: lo stato di combinazione,

sotto il quale si trova cotesto elemento, va facendosi sempre più labile rispetto ai casi precedentemente enumerati.

Si possono constatare questi fatti in *Sparganium, Aponogeton, Alisma, Butomus, Vallisneria, Elodea, Glyceria, Cyperus, Carex, Pistia, Eichornia, Iuncus, Nymphaea, Nuphar.*

In tutte queste piante il ferro anorganico è limitato alla cuticola oppure alle cellule epidermiche, o, quando di queste esistono più strati, solamente a quelle dello strato più superficiale (*Nymphaea, Nuphar)*, mentre nello strato sottostante il ferro esiste solo allo stato di composto organico.

Vi ha infine un gruppo di piante, le radici delle quali, non solo vivono in un ambiente privo di ossigeno e fortemente riduttore, quale è il limo dei luoghi paludosi; ma sono assai poco fornite di sistema lacunoso atto ad assicurare loro gli scambi respiratorii; in tali condizioni l'accumulo di ferro si fa assai più intenso, e lo stato di combinazione che esso assume è perfettamente anorganico, quale è quello di tannato.

Ciò noi vediamo non solo nelle radici di *Trapa* e di *Myriophyllum*, piante le quali nelle nostre regioni sono, si può dire, quelle che si possono trovare nelle condizioni più sfavorevoli rispetto alla respirazione; ma anche in quei semi quiescenti e germinanti nel limo dei pantani, nei quali la penuria d'ossigeno è così grande, da mettere in pericolo la loro vitalità. Noi troviamo infatti il tannato di ferro nei tegumenti carpellari e seminali di *Trapa, Nuphar, Nymphaea, Victoria, Euryale,* al termine della quiescenza; e allorchè la germinazione si è iniziata e i tessuti assimilatori non hanno ancora provvisto al regolare rifornimento di ossigeno, è il tannato di ferro che si accumula nell'epidermide del radicoforo, nei peli primarii delle radici, nelle papille degli organi così detti branchiali.

Noi vediamo così che il tannato di ferro si forma nelle piante in tutte quelle condizioni, nelle quali il pericolo di asfissia è grave; ed è appena sufficiente che le condizioni di ambiente non siano così gravi e pericolose per le piante, perchè la precipitazione del tannato si riduca di molto o manchi affatto. Per la *Trapa* basta osservare le radici geotropicamente positive sviluppatesi natanti nell'acqua costantemente rinnovata, e quelle cresciute in terra da poco tempo sommersa sotto acqua e quindi non eccessivamente ridotta, nelle quali l'accumulo di ferro è assai scarso o mancante, e non presenta i caratteri dei tannati (1). Ho anche ricordato la differenza nella qualità e nella quantità dei composti di ferro che si osserva nel

(1) A proposito di ciò cfr. le esperienze riportate nella parte III.

Myriophyllum spicatum, secondo le condizioni di aerazione del mezzo, nel quale sviluppano le radici.

Oltre che nei tessuti epidermici, esistono dei composti di ferro labili anche in altri gruppi di elementi cellulari, ma ciò solamente negli organi più voluminosi e meglio differenziati; infatti, come si è visto più sopra, in parecchi casi anche i fasci vascolari e l'endoderma contengono composti organici di ferro. Anzi, poichè la presenza del ferro, che io ho constatato nei fasci vascolari, riguarda specialmente piante e organi, nei quali, per la piccolezza loro, non è possibile una più esatta differenziazione, dovendosi necessariamente fare ricerche sopra sezioni di spessore relativamente grande, è assai probabile che la sede precisa dei composti di ferro anorganici nei tessuti profondi, sia da ricercarsi sempre nell'endoderma o in generale negli elementi più esterni del cilindro centrale.

Nei casi, come quelli delle radici di *Nuphar* e di *Nymphaea*, nei quali potei stabilire con sicurezza la localizzazione, la sede particolare dei composti di ferro è la parete cutinizzata delle cellule dell'endoderma.

È degna di nota la coincidenza della presenza del ferro nelle membrane cutinizzate dell'epidermide, in quelle pure cutinizzate dell'endoderma (*Nuphar*, *Nymphaea*) e infine negli elementi metacutinizzati degli apici radicali (*Euryaleae*). I composti anorganici di ferro ci appaiono così non come semplici sostanze morte poste qua e là nei tessuti in contatto con l'acqua più o meno carica di materiali ferruginosi, ma bensì come corpi intimamente legati a quegli elementi, siano superficiali che profondi, i quali costituiscono delle barriere ai fenomeni di diffusione tra tessuti e tessuti, e tra tessuti e l'acqua che li bagna all'esterno.

Noi conosciamo già le proprietà di semipermeabilità o addirittura di impermeabilità che presentano le membrane cutinizzate siano esse delle cellule epidermiche (1) o di quelle dell'endoderma (2) o degli elementi più o meno profondi dei tegumenti seminali (3); e sappiamo pure come le membrane cutinizzate si oppongano ai fenomeni di diffusione dei liquidi e delle soluzioni, ma non, specialmente se umide, come nel caso delle piante acquatiche, alla diffusione e agli scambi osmotici dei gas.

(1) Pfeffer W. — *Pflanzenphysiologie.*

(2) Haberlandt G. — *Physiologische Pflanzenanatomie* III. Aufl. 1904 p. 325. Ivi è citata la letteratura dell'argomento.

(3) Gola G. — *Ricerche sui rapporti tra i tegumenti seminali e le soluzioni saline* (Annali di botanica, V. III, p. 59); Brown A. — Ann. of Bot., XXI, p. 79.

Come gli accumuli superficiali di ferro, anche quelli profondi trovano luogo solamente in quegli organi, nei quali sono scarsi o mancanti i tessuti assimilatori, e questo fatto viene a mettere ancor più in evidenza lo stretto legame che corre nelle piante acquatiche tra la presenza del ferro e la possibilità di avere ossigeno in misura sufficiente.

Infatti dal minimo di composti di ferro, come si trovano nei tessuti lacunosi bene aerati o in quelli assimilatori pur forniti abbondantemente di ossigeno, si passa grado a grado ad accumuli sempre maggiori di ferro, quanto meno i diversi organi possono disporre di ossigeno libero per la respirazione.

È vero che l'acqua è in grado di disciogliere ossigeno in quantità relativamente notevole (1), rispetto a quella contenuta nell'aria, ma anche la solubilità della CO_2 nell'acqua è notevole, onde se appena viene a diminuire l'ossigeno disciolto, la quantità di CO_2 può divenire tossica per le piante.

Se tale pericolo non si verifica mai per gli organismi viventi in acque continuamente rinnovate e aerate, come quelle nelle quali, sotto l'influenza della luce, migliaia di organismi verdi versano quotidianamente delle forti quantità di ossigeno, ciò non si può escludere nel terreno sommerso sotto l'acqua. Eccettuati i corsi relativamente rapidi a fondo sabbioso, abitati appunto da *Isoetes Malinvernianum*, *Callitriche*, *Ranunculus*, *Montia*, *Berula* ecc., in tutte le raccolte acquee si ha, come costituente principale del fondo, un ammasso di particelle finissime argilloso-organiche, le quali oppongono un notevolissimo attrito ai movimenti dei liquidi, e possono perfino trattenere in rilevanti quantità i gas che vi si producono; e ciò malgrado la minima densità delle bollicine gasose che pur dovrebbe portarle facilmente alla superficie dello specchio acqueo.

Io non sono riuscito a trovare analisi quantitative dei gas contenuti in questi strati fangosi dal fondo delle raccolte acquee; è però nota a tutti la grande ricchezza di essi in idrogeno e metano e la penuria di ossigeno. In due saggi eseguiti sopra gas tratti dal limo del fondo delle vasche dell'Orto Botanico, ho trovato un contenuto in CO_2 del 5 % ed in O del 0,8 % in volume. È bene notare che il terreno del fondo delle vasche era stato rinnovato in gran parte da tre mesi, e quindi i fenomeni di riduzione non erano così avanzati, come nei terreni da lungo tempo sommersi e quasi torbificati.

Del resto anche le analisi eseguite da parecchi autori sull'aria contenuta nel terreno vegetale non sommerso, nel quale perciò l'ae-

(1) Goebel K. — *Loc. cit.*

razione, quantunque lenta, è pur possibile, e dove i fenomeni di riduzione non sono molto intensi, mostrano che la quantità di O scende sempre al disotto di 13 % e quella di CO_2 non è mai inferiore a 1 % (1).

Le ricerche di Saussure (2) hanno dimostrato che gli organismi vegetali non possono vivere senza sofferenza, quando la CO_2 contenuta nell'aria ambiente sale al disopra del 5-15 %, e quella dell'O si mantiene sotto il 0,1-3 %; non è quindi possibile immaginare una vitalità normale nelle parti sotterranee delle piante acquatiche, senza una serie di disposizioni che permettano gli scambii gasosi indispensabili; a ciò certamente sopperisce, in parte, il sistema lacunoso che è così sviluppato in molte piante acquatiche.

Le ricerche di Devaux sulle piante acquatiche (3) hanno dimostrato che nelle lacune degli organi forniti di tessuti assimilatori, i gas hanno una composizione assai prossima a quella dell'aria; è da notare che le piante da lui studiate (*Elodea* e *Ceratophyllum*), sono formate per la massima parte (quasi totalmente nei campioni che si impiegano di solito nelle esperienze, come quelle di Devaux) di tessuti assimilatori.

Ma negli organi meno provvisti di tessuti assimilatori, quantunque con questi comunicanti, la composizione dei gas contenuti nelle lacune è assai differente. Così Dutrochet (4) ha trovato che mentre il gas estratto dai peduncoli delle foglie di *Nuphar luteum* contiene 18 % di O, quello dei rizomi ne contiene 16 % e infine quello delle radici 8 %; sfortunatamente le analisi di Dutrochet non ci danno le cifre riguardanti la quantità di CO_2.

Raffeneau-Delile (5) ha rilevato che il *Nelumbium speciosum* contiene nei suoi peduncoli notevoli quantità di gas, la cui pressione aumenta notevolmente durante il periodo della assimilazione; io ho potuto constatare come questa pressione possa eguagliare talvolta quella di 4 cm. d'acqua, durante le ore di maggiore illuminazione.

(1) Pfeffer W. — *Pflanzenphysiologie* Bd. I, p. 153; Mangin L. — *Etudes sur la végétation dans ses rapports avec l'aération du sol.* (Ann. de la Soc. agronom. franç. et étrang.); Boussingault et Lewy. — *Mém. sur la composition de l'air confiné dans la terre végétale.* (Ann. de Chim. et de Phys., XXXVII, 1853).

(2) Saussure O. — Rec. Chim., 1804, p. 26.

(3) Devaux H. — *Du mécanisme des échanges gazeux chez les plantes aquatiques submergées.* (Ann. Sc. nat., S. VII, T. 9, p. 35).

(4) Dutrochet H. — *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux.* Paris, 1837, T. I, p. 310.

(5) Raffeneau-Delile. — *Evidence du mode respiratoire des feuilles de* Nelumbium. (Ann. Sc. nat., II série. vol. 16, 1841, p. 328). — Cfr. anche Merget. — Compt. Rend., 1873, T. LXXVII, p. 1469, T. LXXVIII, p. 815.

mentre è quasi eguale a quella dell'aria atmosferica nelle prime ore del mattino.

Delle analisi quantitative che io ho eseguito sui gas usciti dalle superficie di sezione dei peduncoli delle foglie in due diversi momenti della giornata, mi hanno dato i risultati seguenti:

Ore 7 ant. CO_2 2,9 % — O 12,0 %.
Ore 4 pom. CO_2 1,7 % — O, 19,3 %.

Come si rileva da queste cifre, la sospensione dell'attività assimilatrice è sufficiente a far diminuire in grado notevole la quantità di ossigeno presente nelle lucune del *Nelumbium*, come Dutrochet ha già dimostrato per il *Nuphar*.

Se in piante, come nelle Ninfeacee, nelle quali il sistema lacunoso è così sviluppato (e la mancanza di setti trasversali permette una rapida comunicazione tra i diversi organi), la sospensione della funzione assimilatrice è sufficiente ad avvicinare così rapidamente la composizione dei gas in esse contenuti al limite minimo, oltre il quale ha luogo la respirazione intramolecolare, è facile comprendere come siano più gravi queste condizioni nelle altre piante meno fornite di spazii aeriferi, particolarmente nelle radici.

Ad ovviare a tali condizioni sfavorevoli deve con tutta probabilità provvedere il ferro che esse contengono in così notevole copia; e la dimostrazione della attendibilità di tale ipotesi cercherò di darla nelle pagine che seguono.

Anzitutto occorre distinguere due tipi differenti di composti che si osservano negli accumuli di ferro anorganico nelle piante superiori.

Nell'uno i composti di ferro hanno, al momento della loro prima formazione, l'elemento metallico così strettamente legato alla molecola organica da esser difficile il riconoscerlo cogli ordinari reattivi, e non è che coll'invecchiare del tessuto che li contiene e coll'aumentare della quantità di ferro, che tali composti vanno perdendo a poco a poco il loro carattere organico e diventano sempre più facilmente attaccabili dai reattivi ordinari; ciò si può constatare facilmente esaminando porzioni successivamente più adulte di radici o anche di assi caulinari (*Ceratophyllum*, *Fontinalis*).

Si deve quindi ammettere che il ferro anorganico contenuto in tali tessuti subisce, quando è assorbito dalla pianta, una vera elaborazione per parte del plasma vivente e il suo accumulo sotto forma anorganica va considerato come un prodotto deposto in un periodo più avanzato della vita del tessuto; e il ferro anorganico ha quindi in questi tessuti una origine secondaria rispetto a quello organico.

Il secondo tipo di composti di ferro anorganici ha invece una origine primaria, o almeno la comparsa dei caratteri di composto anorganico è così precoce, da autorizzare una distinzione dai composti del tipo precedente.

Infatti, fino dal primo momento, nel quale si formano nella pianta, essi assumono un carattere anorganico, senza mai in seguito mutarlo per nulla: si tratta specialmente dei composti formati dai tannini. Per i depositi di tal natura che hanno luogo nei tegumenti seminali, formati di cellule morte, non vi ha dubbio sulla assenza di qualsiasi elaborazione. E poichè le cellule epidermiche delle radici nere di *Trapa*, e quelle delle papille dei germogli delle Ninfeacee hanno una funzione transitoria ed una vitalità di così breve durata, è difficile ammettere per essi una funzione di assorbimento, elaborazione ed escrezione dei composti di ferro.

Del resto le nozioni forniteci dalla chimica ci danno il modo di spiegare le cause e lo scopo di queste deposizioni di tannato di ferro.

Quando un sale ferrico precipita con un tannino, ha luogo anzitutto una parziale riduzione del sale metallico, e quindi la formazione del tannato; all'incontro un sale ferroso combinandosi con tannino dà un precipitato scolorato, il quale all'aria si ossida per formare il tannato stabile nero, bluastro o verdastro che tutti conosciamo (1).

Ora nelle acque abitate dalle piante palustri e negli strati superficiali del limo, esistono in quantità dei composti ferrici provenienti dall'attività delle miriadi dei cosidetti *Eisenbacterien*, i quali funzionano da trasportatori di ossigeno dagli strati superficiali dell'acqua alle sostanze organiche esistenti nel fondo: così che se in tale ambiente viene a mancare l'ossigeno libero, non manca tuttavia la presenza di un tale elemento, quando gli organismi abbiano i mezzi necessari per approfittarne.

Così colla combinazione dell'ossido ferrico esistente nel limo del fondo col tannino delle radici, le piante utilizzano l'azione ossidante di quel po' di ossigeno che si mette in libertà durante tale reazione.

Le piante caratterizzate dagli accumuli di tannato di ferro hanno appunto il mezzo di utilizzare l'ossigeno dell'ossido ferrico, onde impedire una assoluta asfissia: del resto questo modo di provvedersi l'ossigeno è utilizzato dalle piante superiori solo nei momenti di maggior bisogno, quali sono quelli della quiescenza, dell'inizio della germinazione e quando le radici non possono altrimenti procurarsi ossigeno. Infatti basta che le piante di *Trapa* o di *Myriophyllum*

(1) Roscoe H. E. u. Schorlemmer C. — *Ausfürliches Lehrbuch der Chemie*, Bd. IV 1887, p. 657.

vengano poste a crescere in ambiente più aerato, che non quello nel quale si trovano di solito, perchè l'accumulo di ferro si faccia assai minore e le radici presentino, per ciò che riguarda i composti ferruginosi, gli stessi fatti che si osservano nelle comuni piante palustri.

Studiata così la funzione di quel gruppo di composti di ferro coi tannini che si trovano in un numero relativamente piccolo di piante palustri, e sono per dir così di funzione transitoria ed eccezionale, conviene tornare sullo studio di quelli del primo tipo, che hanno una diffusione più generale e costante.

Nel ricercare la presenza e la localizzazione di tali composti, ho assai spesso avuto cura di accertarmi se essi si trovassero sotto forma di ossido o di ossidulo; ed ho sempre potuto constatare la esistenza contemporanea di composti capaci di reagire col ferro e col ferricianuro potassico.

Questa presenza contemporanea delle due serie di composti ferrosi e ferrici è indice evidente che tale elemento si trova in quei tessuti, non sotto forma di combinazione stabile rispetto all'ossigeno, ma in una continua oscillazione tra i composti di ossido e di ossidulo.

Noi sappiamo (Bunge) (1) che il ferro è in natura un inesauribile veicolo dell'O; tutte le ossidazioni che si compiono nel terreno hanno luogo mediante l'azione di composti di ferro. Persino l'ossidazione dell'ammoniaca in nitrati, che in questi ultimi tempi si riteneva causata per la massima parte dall'attività di microrganismi, è ora dimostrato essere in stretto rapporto colla riduzione dell'ossido di ferro (2).

L'ossidulo di ferro, dal quale per l'azione di sostanze organiche attivamente riducenti, si è staccato un atomo di O, si combina facilmente coll'anidride carbonica, e il carbonato ferroso disciolto ed asportato dall'acqua, appena venga in contatto di un eccesso di O si trasforma in idrato ferrico assorbendo O e mettendo in libertà CO_2. È così che anche come corpo morto e non legato a qualsiasi molecola organica, il ferro compie la funzione di addurre ossigeno alle sostanze organiche, e di esportarne la CO_2 prodotta dalla ossidazione stessa.

(1) Bunge G. — *Op. cit.*

(2) Sestini F. — *Sulla formazione di acido nitroso nell'aria confinata nel terreno agrario e sulla nitrificazione per processo chimico nel suolo.* (Atti Acc. dei Georgofili di Firenze, 1893).

È questa una funzione di trasporto identica a quella che, più rapida, più intensa, e più regolare, il ferro compie nel pigmento emoglobinico del sangue.

Nello stesso modo che il pigmento respiratorio del sangue compie la sua funzione di assorbimento di O e di eliminazione di CO_2 tenendosi sempre in stretto rapporto colla superficie dell'organismo (è un fatto assolutamente secondario, il movimento passivo subito dallo stroma sanguigno per mantenersi in rapporto colla superficie), così anche il ferro nelle piante palustri ha sempre una localizzazione prevalentemente superficiale e manca quasi nei tessuti profondi quali il parenchimatico e il midollare.

Accanto agli accumuli di ferro, dei quali ho potuto stabilire la localizzazione, si trova quasi sempre, come si è visto, una sostanza avente i caratteri delle perossidasi, caratteri che pure si riscontrano nell'emoglobina del sangue. A tutti è nota infatti la classica reazione dell'emoglobina del sangue coll'acqua ossigenata e la tintura di guaiaco.

Anche in quei tessuti nei quali esiste in abbondanza il tannato di ferro, al quale, come io credo, si deve attribuire la funzione di addurre ossigeno, si trovano sempre, all'interno degli organi ferrotanniferi, degli elementi ben provvisti di perossidasi, e aventi verosimilmente l'ufficio di servire da conduttori dell'O.

Si può osservare che le perosidasi sono enzimi respiratorii che agiscono solo in presenza di perossidi, mentre dell'ossigeno che si trova nell'acqua, nella quale vivono le piante, solo una parte estremamente piccola è legata a formare perossidi; e inoltre tanto meno se ne possono trovare in quelle parti, pur provviste di perossidasi, che sono affondate negli strati attivamente riduttori del limo. Ma anche l'emoglobina funziona quando è in contatto solamente con ossigeno molecolare e finora non si è dimostrata la attivazione di tale elemento prima di entrare a far parte della molecola ossiemoglobinica (1); attivazione che forse ha luogo nella molecola stessa per la presenza del ferro.

(1) Finora non mi consta che siano state trovate perossidasi contenenti sali di ferro, o comunque in rapporto così stretto con tale elemento da far pensare ad una funzione specifica di esso nel modo di agire di tali enzimi; sono state invece isolate ossidasi ferrifere (*Sarthou*) e manganesifere (*Bertrand*). Per quanto riguarda la natura di tali enzimi dei quali non possediamo ancora uno studio sistematico, cfr. Czapek F. *Biochemie der Pflanzen*, Bd. II, p. 471 e segg.; cfr. anche i numerosi lavori di Chodat e della sua scuola: (*Arch. des sciences physiques et naturelles* XVII, *Ber. d. deut. chem. Gesell.* XXXV-XXXVI; Neuhauss F. *Contribution à l'étude des ferments oxydants*. Genève, 1905.

Tutte queste considerazioni che son venuto finora esponendo, mi portano, come si vede, ad ammettere che la funzione di una parte almeno del ferro contenuto nelle piante palustri sia da considerarsi come respiratoria, e che essa ricorda per la sua analogia quella esercitata da altri composti pigmentati di ferro nel regno animale.

Si tratterebbe non di una funzione di ossidazione intracellulare, (fenomeno che per la sua complicazione e delicatezza sfugge forse ad una analisi accurata, e che è probabilmente compiuto da quella porzione di ferro assolutamente organico che esiste in tutte le cellule viventi o forse anche da una parte di manganese), ma semplicemente della assunzione e del trasporto dell'O ai tessuti viventi.

Tale ipotesi renderebbe ragione di alcuni fatti, che altrimenti non sarebbero facilmente spiegabili e che cercherò ora di ricordare.

a) *Il rapporto inverso tra la presenza del ferro e la possibilità di rifornimento dei tessuti con ossigeno gasoso.* — Tutto lo studio della morfologia delle piante acquatiche ci insegna che, quantunque l'ossigeno esista disciolto nell'acqua secondo una percentuale assai spesso maggiore di quella che si verifica nell'aria, tuttavia esse si trovano in condizioni sfavorevoli e, appena è loro possibile, si sforzano di dar luogo allo sviluppo di organi assolutamenta aerei e perfettamente adatti, per ciò che riguarda gli scambi gassosi, alla vita aerea; ciò fanno anche se la vita aerea comporta una diminuzione della quantità di CO_2 a disposizione, la quale pure, come indicano le ricerche di Montemartini (1), potrebbe favorire una più intensa e rapida attività assimilatrice.

Infatti in nessun organismo vegetale, come nelle piante acquatiche, è così frequente il dimorfismo degli organi vegetativi, il quale si esplica sempre nello sviluppo transitorio di organi sommersi, ai quali fanno seguito, appena sia possibile, gli organi emersi: e allorchè questi hanno iniziato la loro funzione, cessa quasi completamente quella della parte sommersa, restando limitata a questa l'assorbimento.

Tutti gli organi che si sono formati per la vita aerea della pianta diminuiscono notevolmente il loro contenuto in ferro rispetto a quello degli altri organi omologhi a stazione acquatica e particolarmente cessa la localizzazione prevalente di tale elemento in tessuti determinati.

Lo stesso fatto si verifica, come ho già avuto occasione di rilevare più volte, in tutti quei casi nei quali la vita acquatica si

(1) Montemartini L. — *Sull'influenza d'atmosfere ricche di biossido di carbonio sopra lo sviluppo e la struttura delle foglie.* Atti Ist. Bot. di Pavia, 1894, Vol. III, p. 83.

svolge in un ambiente sufficientemente aerato, e tale che l'attività degli scambi respiratorii sia perfettamente assicurata.

La facilità di aerazione indica una più attiva funzionalità dei tessuti e degli organi, ed in relazione con questo aumento d'attività dovrebbe anche crescere il contenuto in ferro, se questo elemento avesse una importanza qualsiasi in relazione alla intensità dei processi formativi: invece, come si è visto, si verifica perfettamente il contrario.

b) *La localizzazione prevalentemente cuticolare dei composti anorganici di ferro.* — Se non si volesse ammettere l'accumulo del ferro nelle cuticole superficiali come avente lo scopo di assorbire e di condurre l'O, si potrebbe attribuirgli un significato di residuo morto proveniente dalla utilizzazione di elementi prima ad esso legati e abbandonati nell'atto del loro assorbimento, come avviene appunto in alcune piante acquatiche pel bicarbonato di calcio, che funge da adduttore di CO_2, e che viene decomposto al suo ingresso nell'organismo, mentre la CO_2 viene utilizzata. Ma il carbonato di calcio non è deposto mai nella cuticola: nella *Chara* esso entra bensì a far parte della membrana cellulare, ma nelle piante più differenziate, permane per la massima parte all'esterno dell'organo a costituire delle incrostazioni spesso allontanabili meccanicamente (*Potamogeton lucens*): questo fatto è però abbastanza raro per il carbonato di calcio e non si può ammettere che abbia luogo così generalmente per l'ossido di ferro.

Si deve infatti considerare che l'ossido ferrico quando avesse eventualmente compiuto la sua funzione di adduttore di O, si troverebbe in contatto dei tessuti sotto forma di ossidulo, e quindi in quello stato di combinazione che è più solubile nell'acqua contenente CO_2 e più adatto perciò ad essere allontanato dalla pianta.

Infine se anche l'ipotesi testè formulata potesse reggere, essa varrebbe solo nei casi di deposizioni in cuticole già assai vecchie e le cui cellule sono in via di esfoliazione, e non nel più gran numero dei casi, allorchè si tratta di elementi vivi e funzionanti, dove il ferro assume sempre una forma di combinazione più o meno stretta colla molecola organica.

c) *Le relazioni tra la presenza di ferro e la perossidasi.* — È accertato che le perossidasi agiscono solo in presenza di corpi intensamente ossidanti, e mai in presenza di ossigeno molecolare; ora non sarebbe spiegabile la loro presenza in tessuti, i quali hanno certamente penuria di ossigeno, se esse non fossero, come nell'emoglobina del sangue, legate con corpi capaci di attivare l'ossigeno. Noi sappiamo che i sali di ferro e particolarmente quelli ferrici sono energici attivatori dell'O (ossidazione dell'NH_3, ossidazioni prodotte

dal $Fe_2 Cl_6$ (1), e questa proprietà ci rende ragione della presenza della perossidasi in tessuti poco aerati e ricchi di ferro, della sua mancanza in quelli più poveri di ferro e nei quali l'O circola liberamente sotto forma di O molecolare nei meati aeriferi (parenchimi assimilatori e tessuti lacunosi).

Queste considerazioni ci portano a studiare:

d) *Il meccanismo di assorbimento dell'ossigeno e di eliminazione di CO_2 nelle piante sommerse.* — È stato dimostrato che, quando l'aria contiene una quantità di O inferiore al 3 %, le piante non possono più respirare come di norma; ora i gas che sono in contatto con quelle parti di piante che sono più ricche di ferro, di rado raggiungono questa cifra nel contenuto di O.

I saggi microchimici da me eseguiti provano come negli organi sommersi il ferro si trovi in uno stato di equilibrio instabile rispetto all'O, e quindi nelle migliori condizioni per assorbirlo dall'ambiente esterno e cederlo ai tessuti profondi. La notevole quantità di ferro che vi esiste è capace, per azione di massa, di assorbire O da un'atmosfera poverissima di questo gas, cosa che non sarebbe possibile in una pianta aerea poco fornita di ossido di ferro. Anche le dosi eccessive di CO_2 presenti intorno ai tessuti viventi sono dannose allo svolgimento regolare delle loro funzioni; ma gli ossidi di ferro nel tempo stesso nel quale cedono O, sono in grado di togliere dall'ambiente una parte della CO_2 in eccesso, e ristabilire così le condizioni favorevoli alla funzione dei tessuti stessi.

Conviene ora rivolgere l'attenzione allo studio del *manganese* e studiarne la sede e i rapporti coi tessuti e colle funzioni di questi.

Il manganese accompagna quasi sempre il ferro a formare i composti organici e inorganici che si trovano nel fondo dei luoghi paludosi, e quindi è evidente che se ne debba verificare la presenza in quei tessuti vegetali, in cui l'accumulo di ferro si fa per semplice impregnazione e successiva fissazione allo stato pure di tannato.

Tale è il caso che si osserva p. e. nei tegumenti carpellari della *Trapa* e in quelli seminali di alcune Ninfeacee; è naturale che la funzione del manganese sia in questi casi identica a quella dei composti di ferro, vale a dire di adduzione dell'O ai tessuti più esterni

(1) A proposito dell'azione attivatrice dell'O per parte del cloruro ferrico, non è fuor di luogo ricordare la notevole ricchezza in cloruri che presentano le ceneri delle piante d'acqua dolce; ciò che non esclude l'esistenza nelle piante stesse di piccole quantità di cloruro ferrico. Cfr. Wolf E. *Aschenanalysen*, Bd, I, p. 132; Soave. *Annali R. Acc. di Agric.* di Torino, XLVIII, 1905, p. 410.

degli organismi vegetali, donde viene poi utilizzato per gli scambi respiratorii.

In alcuni casi il manganese esercita una azione eguale e talvolta anche vicariante del ferro come nei processi del ricambio degli *Eisenbacterien* (Molisch).

Invece nei tessuti situati profondamente negli organi, e particolarmente in quelli giovani, il manganese assume una localizzazione indipendente fino a un certo punto da quella del ferro; e noi lo troviamo così nei meristemi, e nei tessuti sottoposti ad intensa attività fisiologica, quali sono quelli ancora in via di sviluppo, e gli organi di riserva, allorchè ha luogo la solubilizzazione delle loro riserve. Lo troviamo infine nel tessuto midollare.

La presenza del manganese nei meristemi e in genere nei tessuti sottoposti ad intensa attività fisiologica, coincide perfettamente colla presenza in essi di quantità più o meno grandi di ossidasi; così si trova questo enzima negli apici vegetativi, specialmente in quelli più vicini a elementi assimilatori, e nei tessuti di riserva, come nei tuberi di *Alisma*, al momento di iniziare lo sviluppo dell'apparato vegetativo annuale.

Bertrand ha rilevato la presenza di una notevole quantità di manganese nelle ceneri della parte più attiva dell'ossidasi, ottenuta colla precipitazione frazionata, e attribuisce quindi a tale elemento una parte importante nell'eccitare la funzione di tale enzima; e ciò tanto più perchè ha potuto constatare come l'aggiunta di piccole quantità di composti di Mn valga ad aumentare notevolissimamente l'attività di tali enzimi.

Credo quindi che si debba accettare come molto probabile l'ipotesi che la forte quantità di manganese contenuta nei tessuti giovani debba servire, particolarmente per mezzo dell'ossidasi, a produrre gli intensi fenomeni di ossidazione che hanno luogo in elementi a funzione così attiva.

Meno evidente è il significato della presenza del manganese nel tessuto midollare; negli elementi del parenchima lacunoso il manganese non è consociato ad alcun enzima respiratorio e non appare quindi così evidente una funzione respiratoria come nel caso dei tessuti giovani.

È però assai probabile che l'origine dell'accumulo di manganese sia da riferirsi al periodo di sviluppo dei tessuti quando ancora esistevano in copia i fermenti del gruppo delle ossidasi.

Colla evoluzione dell'organo i tessuti fondamentali, residui appunto di una parte dei tessuti meristematici, hanno perduto la pro-

prietà di contenere tali enzimi conservando inattivi i composti di manganese.

A conferma di ciò sta il fatto che non tutti i parenchimi lacunosi sono ricchi di manganese; lo si trova abbondante in quelli dei culmi di *Iuncus*, e di *Cyperus* o dei cauli di *Menyanthes*, i quali si sono originati direttamente del tessuto fondamentale; è invece assai scarso in quelli dei pneumatodii di *Iussiea* e dei cauli di *Lotus* e di *Gratiola*, nei quali gli elementi di origine fellogenica non sono mai passati per un periodo di così intensa e rapida azione formatrice, come quella degli apici meristematici.

La penuria di manganese nei pneumatodii di *Iussiea* e ed in quelli di *Taxodium* permette anche di escludere che tale elemento abbia la funzione di assorbire O direttamente dall'atmosfera.

Così collo studio del ferro e del manganese ho esaminato anche la distribuzione degli enzimi che li accompagnano: perossidasi e ossidasi. La loro funzionalità è strettamente legata a quella degli elementi coi quali sono in relazione e credo non occorrano altre parole per dimostrarlo.

Rimane a studiare la catalasi. Su questo enzima i risultati delle mie ricerche sono assai scarsi; la presenza di esso è limitata a quelle parti delle piante che sono in diretto contatto coll'acqua; così lo si trova nelle lacinie fogliari di alcune specie sommerse (tutte le Briofite che ho studiato, *Potamogeton densus*, *Lemna trisulca*, *Najas*, *Ranunculus*, *Ceratophyllum*), in alcune radici natanti (*Azolla*, *Eichornia*) e nella sola pagina inferiore di alcune piante aventi spiccato carattere di dorsiventralità.

È pure degno di nota il fatto che la presenza dell'enzima è in rapporto con una debole illuminazione dell'organo che lo contiene; infatti se si eccettua la *Riccia*, lo si trova solo in quelle piante che son provviste, oltre che di clorofilla, anche di pigmento bruno (ficofeina o altro analogo), oppure in organi non pigmentati ma poco illuminati, come le radici di *Azolla* o di *Eichornia*.

Quanto alla localizzazione, essa è sempre superficiale (esclusa la *Riccia*) infatti i risultati sono stati identici sia adoperando gli estratti degli organi, che ponendo questi tal quali nelle soluzioni di H_2O_2 e la reazione fu sempre assai pronta e rapida.

Talvolta esaminando gli estratti di qualche pianta che io ho indicato come priva di catalasi mi è occorso di osservare lo sviluppo di qualche bollicina di gas dopo l'aggiunta di H_2O_2, ma la quantità di gas era così piccola da ritenerla trascurabile.

L'intensità della reazione dei tessuti posti in contatto con H_2O_2 è più grande in quegli organi che sono più attivi: così è maggiore in quelli giovani che nei più adulti.

Ho riassunto questi pochi risultati che ho tratto dalle mie ricerche, ma ciò non è sufficiente a condurre a conclusioni sulla funzionalità della catalasi nelle piante che ho esaminato.

Del resto le conoscenze che si hanno sulla natura e sulla distribuzione di tali enzimi negli organismi viventi, sono così limitate che non si possono neppure arrischiare delle ipotesi.

Parte III. — Sulla funzione transitoria di alcuni organi nelle piante palustri.

I fatti dei quali ho trattato fin qui, che riguardano le condizioni anomale, nelle quali si compiono i fenomeni respiratorii nelle piante palustri, e la presenza di notevoli quantità di composti di ferro e di manganese nei loro tessuti, rendono ragione di alcune particolarità che si osservano nella morfologia delle piante stesse, specialmente allorchè esse sono più che mai esposte all'asfissia, come durante la germinazione.

Le modalità che permettono alle piante palustri di superare le difficoltà provenienti dalla penuria d'ossigeno durante la germinazione, si possono riunire in quattro gruppi, come cercherò di dimostrare ora.

a) Anzitutto si debbono annoverare quelle che sono legate alla viviparità, quale si osserva nelle specie i cui semi dopo maturazione entrano in germinazione, per rimanendo ancora attaccati alla pianta madre.

Tali disposizioni sono abbastanza rare e se ne trovano esempii conosciutissimi nelle pianti costituenti, sui litorali marini, la così detta formazione delle Mangrove (1); in tali piante il periodo germinativo si compie in contatto coll'aria atmosferica, e quando gli embrioni sviluppati si fissano nella melma, gli organi destinati all'assimilazione sono già abbondantemente provvisti di clorofilla.

b) Ad un secondo gruppo si possono ascrivere i semi che sono indipendenti, per quanto riguarda la nutrizione, dalla pianta madre, ma germinano alla superficie dell'acqua, o sui bordi del bacino dove

(1) Schimper A. F. W. — *Die indomalaysche Strandflora.* Iena, Fischer, 1891, Schimper A. F. W., *Pflanzengeographie*, Iena, 1898. Karsten G. — *Über die Mangrovevegetativa in malayschen Archipel* (Ber. d. deut. bot. Gessel., VIII 1890, (49). Ivi è raccolta molta bibliografia sull'argomento.

lo spessore dello strato liquido è assai piccolo. Non mancano anche nelle nostre regioni semi galleggianti e germinanti, specialmente allorchè essi rimangono attaccati per lungo tempo alla pianta madre e se ne distaccano solo all'inizio della buona stagione.

In tal caso se i semi o i frutti che li portano, sono ben forniti di apparecchi di galleggiamento, come i *Triglochin*, *Sparganium*, *Alisma* ecc., le condizioni favorevoli di umidità e di temperatura permettono che il loro sviluppo abbia luogo con una certa rapidità, e prima che, per il logorio dei tessuti aeriferi, abbiano da cadere al fondo.

Io stesso ho potuto, raccogliendo con una fine rete la massa di corpi galleggianti a primavera sulle acque di alcuni stagni, a Fontaneto Po e nel Lago di Candia, osservare in parecchi semi l'inizio della germinazione già alla superficie dell'acqua e constatare contemporaneamente come, sopra le piante che avevano vegetato nell'anno precedente, si trovassero ancora a primavera avanzata numerosi frutti e semi.

È noto del resto che la *Salvinia natans* e l'*Azolla caroliniana* compiono la germinazione delle spore alla superficie dell'acqua (1).

A questo ordine di fatti si deve ascrivere quello osservato dal Casu sul *Polypogon monspeliensis* cresciuto nelle Saline di Cagliari; i cauli vecchi di questa pianta portanti le infiorescenze fruttifere si piegano dopo il disseccamento estivo, fino a toccare colle loro estremità la superficie dell'acqua, e pongono così i semi in grado di germinare, allorchè hanno luogo le pioggie autunnali, quantunque le cariossidi siano ancora attaccate all'infiorescenza materna. La fissazione delle giovani piantine ha luogo più tardi, quando il livello dell'acqua si abbassa, e quando esse, coi tessuti assimilatori dei quali sono fornite, non hanno a temere le condizioni sfavorevoli loro opposte dalla melma del fondo dei canali (2).

A questi casi particolari si debbono poi aggiungere quelli che si osservano generalmente in tutte le nostre piante palustri con frutti o rispettivamente semi provvisti di lacune aerifere. Essi galleggiano alla superficie, e per l'azione dei venti vengono portati lungo le rive dove rimangono impigliati nel limo, o, come più spesso accade, tra i ciuffi dei muschi e delle altre erbe palustri già esistenti; cosicchè la germinazione ha luogo sempre in condizioni relativamente favorevoli rispetto all'accesso dell'aria.

(1) Schenk H. — *Die Biologie des Wassergewächse*, Bonn, 1906.

(2) Casu A. — *Contribuzione allo studio della Flora delle Saline di Cagliari*. Ann. di Bot. II, p. 405.

Nella maggior parte dei casi è facile il constatare che tutte queste piante si sviluppano per semi solo in acque relativamente basse e che, nelle parti più centrali e profonde degli stagni, esse sono arrivate per lo più agamicamente, sia mediante stoloni o rizomi sotterranei, sia pel distacco e successivo affondamento autunnale di gemme-bulbilli, provenienti da piante situate in acque meno profonde.

È facile comprendere che, essendo tali organi agamici già provvisti di clorofilla, le nuove piantine possono senza troppa difficoltà procurarsi l'ossigeno loro necessario.

c) Nel *Nelumbium luteum* e nel *N. speciosum* gli embrioni ancora nel seme sono provvisti di clorofilla, onde la germinazione non presenta alcuna difficoltà particolare, perchè la giovane pianta è sempre in grado di provvedere ai bisogni della propria attività respiratoria; così mancano organi particolari o per lo meno adattati a funzionare come apparecchi respiratorii.

Le due foglioline cotiledonari allungano fortemente i loro picciuoli, e allorchè esse hanno raggiunto la superficie dell'acqua, le lamine si espandono, favorendo così per mezzo degli ampii canali di cui esse, e più ancora i picciuoli, sono forniti, una sufficiente aereazione a tutta la pianta.

Durante il tempo nel quale la lamina non ha ancora cominciato a funzionare, la clorofilla della quale sono provvisti i picciuoli e la gemma principale, provvedono l'ossigeno per la funzione respiratoria, e frattanto ha luogo un lento sviluppo dell'asse caulinare e l'emissione delle radici secondarie.

Quando poi il lembo ha iniziata la sua funzione, la quantità del pigmento verde che si trova nei picciuoli diminuisce rapidamente e questi assumono una colorazione bruna.

Qui ci troviamo in presenza di una disposizione abbastanza rara, per la quale la pianta madre non ha provveduto direttamente, come nelle piante vivipare, ad assicurare la respirazione del germoglio, ma, provvedendo l'embrione di clorofilla, caso non molto frequente, unico credo nella famiglia, ha indirettamente fornito al germoglio, che si svolgerà, il mezzo di procurarsi l'ossigeno.

Anche in altre piante palustri si osserva un funzionamento provvisorio dei primi organi che si svolgono al momento della germinazione, ma in essi la clorofilla non esiste preformata, bensì è in diretta dipendenza dalle condizioni di vita del nascente embrione.

Disposizioni di questa natura si osservano in molti germogli dei semi di piante monocotiledoni, nelle quali le prime foglioline che si sviluppano, si allungano fortemente, e, oltrepassando così il sottile strato di melma, nel quale sono immerse, espongono alla luce

il parenchima assimilatore, assicurando così un conveniente sviluppo alla pianta. (Potamogetonacee, Najadacee).

d) La presenza di un tessuto verde assimilatore, che funziona soltanto provvisoriamente, acquista una specializzazione maggiore in un altro gruppo di piante, dove non solo è un particolare tessuto che assume una funzione provvisoria, ma addirittura vi è un organo determinato, al quale è affidato l'inizio della funzione assimilatrice; inizio che permette lo sviluppo ulteriore degli altri organi normali della pianta giovane.

Disposizioni di tal natura si osservano nel genere *Trapa;* i fatti che io ho osservato nelle *Trapa natans*, *verbanensis* e *bicornis* sono assolutamente identici e io descriverò quindi particolarmente, quanto è possibile rilevare nella specie più comune da noi, la *T. natans.*

La germinazione della *T. natans* ha inizio nella primavera avanzata coll'emissione di un lungo asse ipocotile, portatore di uno dei due cotiledoni e della gemmula; l'asse si prolunga in una porzione sopra gemmulare, la quale poi emette numerose radici. Questo asse terminale fu creduto per molto tempo la radice principale, ma venne poi riconosciuto per un semplice prolungamento dell'asse ipocotile: del resto è facile accertare su di esso l'assenza di qualsiasi traccia di pileorriza (1). La radice principale non esce mai dalla cavità racchiusa nei tegumenti seminali e carpellari.

L'asse ipocotile, il suo prolungamento epicotîle e le radici secondarie inverdiscono, assimilano e la gemmula contenuta nell'ascella della foglia cotiledonare si svolge ben presto in tre assi caulinari principali, da cui si svolge l'individuo adulto, il quale fisiologicamente si presenta assai simile a molte altre piante acquatiche.

Ma se si esamina più minutamente il periodo germinativo e si segue la successione delle varie fasi dell'inverdimento, e dello sviluppo degli organi, si vede facilmente quanto difficili sieno le condizioni fatte allo sviluppo di questa pianta.

La prima porzione che esce dal tegumento carpellare attraverso l'apertura stilare, è il prolungamento radicoforo dell'asse ipocotile; più tardi viene emesso anche l'asse ipocotile propriamente detto. L'allungamento e la fuoruscita di questi organi ha luogo per aumento di volume dei singoli elementi; in questo periodo non si verifica mai in essi alcuna forma di cariocinesi. Le cellule dell'apice dell'asse radicoforo si presentano in perfette condizioni di riposo, sono ripiene di grassi, ed in qualunque momento della germinazione è facile riconoscere, a lato dell'apice stesso, la presenza della cicatrice

(1) Gibelli G. e Ferrero F. — *Op. cit.*

d'inserzione del sospensore, cicatrice costituita di elementi suberificati, che possono valere come ottimo punto fisso per constatare un eventuale allungamento apicale dell'asse.

In questo periodo l'asse è perfettamente privo di clorofilla, e non si verifica alcuno sviluppo delle gemmule e delle radichette secondarie; di queste ultime non si osservano sui fasci vascolari neppure le prime bozze iniziali.

Il risultato dell'allungamento è evidentemente quello di portare fuori del limo, alla luce, un organo capace di inverdire, e di provvedere così l'ossigeno necessario per togliere la pianta dalle condizioni di asfissia, nelle quali si trova.

Se lo spessore dello strato di limo è molto forte, o se si ricopre artificialmente con uno schermo il bacino, nel quale si fa avvenire la germinazione, l'allungamento di tutta quanta la porzione assile si fa enorme; di più mentre, nelle piante crescenti in condizioni normali, esso non oltrepassa di solito i 13-15 cm., e si osserva spesso una differenza tra la lunghezza delle porzioni sopra e sotto gemmulari: in quelle così eziolate la lunghezza complessiva raggiunge i 35-40 cm., e le due porzioni ipocotile e radicofora si presentano pressochè di egual lunghezza.

Nei semi germinanti in uno stagno o in una vasca in condizioni press'a poco identiche a quelle che si verificano in natura, dopo pochissimi giorni dall'inizio, l'asse radicoforo si colora leggermente in violaceo per tannato di ferro, poi inverdisce.

Subito dopo si svolgono numerose radici secondarie (la principale è sempre abortita e non esce mai dal guscio), le quali si formano tutte sopra un sol lato del radicoforo. Ne viene che il formarsi e lo svilupparsi di tutte queste radici lungo una linea longitudinale, produce un allungamento ineguale dell'asse radicoforo stesso, onde questo si torce, descrivendo uno o al più due giri di spira; le radici che si sviluppano dopo le prime otto o dieci inferiori, si dispongono in modo da formare una superficie elicoidale, e quindi, nelle migliori condizioni per ricevere l'illuminazione della superficie dello specchio d'acqua. Tale disposizione, causata semplicemente dal fatto meccanico dello sviluppo unilaterale delle nuove radici, ha per effetto di assicurare ad esse una specie di *rizotassi*, adattata per così dire, come la fillotassi, alla funzione particolare che queste radici sono chiamate a compiere.

Le prime otto o dieci radici inferiori non si adattano a funzionare da organi di assimilazione, ma si affondano nel suolo, si impregnano di tannino, come già dissi, e presentano alcune particolarità del loro sviluppo delle quali mi occuperò più oltre.

Se si pongono a germinare i semi in vasche male illuminate o in recipienti pieni d'acqua, priva per quanto è possibile di traccie di ferro, e di rado rinnovata, la germinazione subisce un arresto quasi completo. Tutta la porzione assile e caulinare rimane perfettamente bianca e diritta, si allunga esageratamente a 35-40 cm., e la gemmula non presenta alcun accenno a svilupparsi; lo sviluppo in lunghezza ha luogo sempre per accrescimento in volume dei singoli elementi. Se le condizioni rimangono immutate per lungo tempo, si verifica la morte e la putrefazione dei tessuti, ma mai si osserva l'inizio di qualsiasi processo formativo.

La causa di questi fatti è facile a spiegarsi tenendo presente quanto sono andato esponendo nella prima parte di questo lavoro.

L'intossicazione mediante i farmaci del gruppo degli anestetici ha per effetto di disordinare e di arrestare i fenomeni di moltiplicazione cellulare, ma non di impedire l'attività degli enzimi proteolitici e amilolitici che si trovano nei tessuti di riserva.

L'alcool che si forma in abbondanza nel cotiledone di *Trapa* al termine della quiescenza, appartiene anch'esso al gruppo farmacologico degli anestetici, e ne esercita, sebbene in grado minore, la stessa azione. Si ha quindi nella *Trapa* la formazione di abbondanti prodotti disciolti capaci di agire osmoticamente nelle cellule e di aumentarne il volume; questo accrescimento per turgescenza ha per effetto di portare alla luce gli organi destinati a produrre l'ossigeno mediante l'assimilazione. Appena tali organi si sono messi in grado di inverdire, cessa l'allungamento dell'asse ipocotile, e l'allungamento di quello radicoforo ha luogo solo in modo unilaterale (per la causa che ho più sopra indicato) in modo da produrre l'avvolgimento a elica di esso.

In tal modo l'intossicazione alcoolica, causa prima di questo accrescimento, dà luogo altresì ad una disposizione sensibilissima per regolare l'allungamento degli organi in rapporto allo strato di melma da attraversare, poichè coll'inverdimento dell'organo cessa la produzione e l'azione tossica dell'alcool, i prodotti dell'idrolisi delle riserve vengono utilizzati, e cessa la turgescenza eccessiva dei singoli elementi.

Un altro effetto dei farmaci alcoolici è quello di impedire la formazione del pigmento clorofilliano; è noto che se si prendono dei semi che hanno già iniziato il movimento germinativo, e si portano in una atmosfera di etere o di cloroformio, la formazione della clorofilla rimane fortemente ostacolata; nella *Trapa* ha luogo un fatto analogo; l'alcool impedisce la formazione del pigmento verde, anche se il radicoforo è bene illuminato.

Io ho posto a germinare parecchie dozzine di semi perfettamente costituiti (i quali avevano svernato in fondo a una vasca, insieme con altri che si svilupparono poi ottimamente), in acquarii di vetro tenuti in luogo assai ombreggiato, dove altre piante si sviluppavano ottimamente, e non riuscii mai a constatare la formazione di clorofilla, o sviluppo alcuno della gemmula. Lo stesso fatto potei constatare sopra cinque o sei individui posti a germinare in luogo ben illuminato e esposto al sole, i quali però avevano svernato sempre in acqua poco frequentemente rinnovata e priva di ogni traccia di ferro.

Come si comprende facilmente, in questo periodo della germinazione le piantine di *Trapa* incontrano delle nuove difficoltà per il loro sviluppo, e si trovano nelle stesse condizioni di quelle terrestri allorchè sono esposte sperimentalmente all'azione degli anestetici.

Ho già rilevato che nelle condizioni naturali di germinazione gli assi radicofori eziolati e bianchi al momento della loro uscita dal guscio, prima di inverdire si tingono in violetto pallido; ciò evidentemente ha luogo per la presenza di tannati di ferro, che è facile del resto constatare.

Volli accertarmi se anche in questo stadio fugace della vita della *Trapa* la presenza del tannato di ferro avesse una importanza così grande da essere indispensabile allo sviluppo della pianta.

In una piccola vasca di circa 10 litri di capacità, nella quale facevo avvenire la germinazione, aggiungevo, allorchè rinnovavo l'acqua, una o due goccie di una soluzione officinale di cloruro ferrico addizionata di $^1/_{10}$ di solfato di manganese. Dopo due giorni dall'aggiunta di tale piccola quantità di ferro, potei osservare la caratteristica colorazione dovuta al tannato formatosi, e nel terzo si iniziò l'inverdimento dell'asse ipocotile e radicoforo, particolarmente nella porzione situata intorno alla gemmula: subito dopo inverdirono anche le prime foglioline di questa; e lo sviluppo continuò poi regolarmente fino alla formazione della rosetta galleggiante.

Tutte le altre condizioni di esperienza erano rimaste inalterate, e la semplice aggiunta all'acqua di traccia di composti di ferro, era stata sufficiente a permettere l'inverdimento della pianta.

In tal modo è posta fuori di dubbio l'influenza decisiva che la presenza dei sali di ferro nell'acqua ambiente esercita sulla germinazione della *Trapa;* rimane ora da interpretare il fenomeno.

Ognuno sa che la presenza del ferro è indispensabile per la formazione della clorofilla, e potrebbe parere ovvia la spiegazione che l'eziolamento, testè rilevato, sia dovuto a penuria di ferro; ma è

ben difficile ammettere ciò, quando si pensi che per la formazione della clorofilla, specialmente nella quantità che si può trovare in un asse radicoforo di *Trapa*, occorre una dose di ferro così piccola, che certamente esiste nella riserva del seme stesso. Del resto i dati analitici provano che il seme di *Trapa* è sufficientemente fornito di ferro; non parlo qui naturalmente del ferro contenuto nel pericarpio, ma di quello che sta nelle riserve realmente utilizzabili; e basta confrontare il contenuto in ferro dei semi di *Trapa* e di altre piante.

Nelle raccolte di dati analitici la quantità di ossido di ferro, come del resto quella dei diversi composti minerali, è calcolata come percentuale delle ceneri, e queste sono a loro volta calcolate come percentuali della sostanza secca. Per avere dati comparativi più utilizzabili per l'argomento che vado trattando, ho calcolato la quantità di ossido di ferro non come percentuale delle ceneri, ma come percentuale della sostanza secca. I dati che mi hanno servito per questa tabella sono stati ricavati dalla notissima opera del König (1).

	Fe_2O_3 % della sostanza secca		Fe_2O_3 % della sostanza secca
Avena sativa	0,037	*Cicer arietinum*	0,079
Zea Mays	0,011	*Polygonum Fagopyrum*	0,023
Oryza sativa (2)	0,081	*Linum usitatissimum*	0,041
Panicum italicum	0,018	*Brassica Napus*	0,019
Vicia Faba	0,016	*Papaver somnifrum*	0,025
Phaseolus vulgaris	0,010	*Olea europaea* (3)	0,0023
Pisum sativum	0,023	*Quercus pedunculata*	0,025
Ervum Lens	0,041	*Castanea vesca* (3)	0,0033
Lupinus luteus	0,032	*Aesculus Hippocastanum* (3)	traccie
— *angustifolius*	0,019	*Trapa natans* (4)	0,011

La *Trapa natans*, quantunque rispetto agli altri semi presenti un contenuto abbastanza piccolo di ossido di ferro, tuttavia supera

(1) Konig J. — *Chemie der Menschlichen Nahrungs-und Genussmittel*, IV Aufl., 1902, Bd., I-II.

(2) Ancora ricoperti dalle glumette.

(3) Sbucciati.

(4) Nella memoria di Soave M. già citata il contenuto in Fe_2O_3 % della sostanza secca è di 0,21; come si vede la differenza è assai rilevante; occorre rilevare che l'analisi fu eseguita in semi dopo lo svernamento e, come dimostrano le mie ricerche microchimiche sopra riferite, in tale epoca si trova molto ferro nei sottili tegumenti proprii del seme molto difficili a allontanare completamente dal tessuto di riserva, precauzione del resto, che non aveva importanza per lo scopo propostosi dall'Autore. È certo a questo fatto che si deve attribuire la differenza dei risultati.

quello dell'*Aesculus* e della *Castanea*, i semi che si avvicinano di più ad essa per ricchezza di amido, e per mole dei tessuti di riserva; è inoltre da notare il fatto che i campioni d'analisi di molti semi a contenuto relativamente alto in ossido di ferro furono formati con granelli ricoperti dai loro tegumenti propri e anche da quelli carpellari, mentre nella *Trapa*, *Castanea*, ecc. i semi furono analizzati dopo privati di tutti i loro tegumenti.

Non è quindi da presumere che il ferro, che l'embrione germinante assorbe in tanta copia dall'acqua nella quale si trova, possa servire, oltre che alla formazione del tannato, anche ad esercitare la nota funzione di presenza nella formazione della clorofilla.

Esclusa così la funzione del ferro come agente fabbricatore del pigmento verde, come si spiega la sua presenza necessaria in tale periodo? Io credo sia abbastanza fondata la seguente ipotesi.

L'influenza dell'alcool ostacola la formazione della clorofilla, e la mancanza di questa non permette a sua volta un afflusso sufficiente di ossigeno destinato a impedire la formazione di nuovo alcool. Si ha quindi un vero circolo vizioso, entro il quale si aggira lo sviluppo della pianta. Il tannato di ferro che si precipita ha probabilmente lo scopo di produrre nelle cellule superficiali una ossidazione tale, da permettere la formazione della clorofilla, capace poi a sua volta di produrre una ossidazione più intensa e più estesa e dar luogo così alla formazione di altra clorofilla, e all'ulteriore sviluppo del germoglio.

Una prova dell'attendibilità di questa ipotesi la si ha nel fatto che, quantunque ferro (1) e illuminazione siano entrambi indispensabili per la formazione della clorofilla, tuttavia entro certi limiti la forte illuminazione permette l'inverdimento della pianta, anche se il contenuto in ferro dell'acqua ambiente sia assai piccolo, e viceversa un notevole contenuto in ferro supplisce alla deficienza di illuminazione.

Io ho fatto germinare parecchie decine di semi in una vasca di vetro avente il fondo ricoperto di limo, e collocata a lato di altre piante in germinazione in una serra illuminata solo da luce diffusa: gli altri semi germinarono e inverdirono come di norma, mentre nelle pianticine di *Trapa* non si verificò che un debole inverdimento, lo sviluppo fu quello di piantine eziolate e l'alcool si trovò in quantità nei germogli, anche nelle ore diurne.

(1) S'intende il ferro che perviene dall'esterno e di cui almeno una parte è visibile sotto forma di tannato.

Dei saggi praticati ripetutamente nell'acqua ambiente, mi accertarono trovarsi sempre disciolto dell'ossido di ferro in quantità sensibile, del resto la colorazione violacea e il saggio microchimico sul radicoforo mi convinsero che l'assorbimento del ferro aveva avuto luogo.

In alcune culture eseguite durante l'inverno, tenendo le piante ad una temperatura relativamente bassa (18° C.), io potei constatare l'azione favorevole dell'aggiunta di sali di ferro e di manganese in modo ancora più spiccato che allorchè la temperatura era più alta; e riuscii così a constatare lo stretto legame che esiste tra ferro, illuminazione e temperatura, nel determinare le condizioni atte a far superare alla pianta le difficoltà opposte dalla intossicazione alcoolica.

È chiaro che, durante questo periodo di sviluppo, è necessaria una energica azione ossidante nelle cellule impregnate dall'alcool, e forse anche dagli altri prodotti tossici elaborati durante la quiescenza del seme; a questa funzione ossidante la clorofilla può sopperire allorchè le condizioni di luce e di temperatura assicurano al plastidio verde una intensa funzionalità.

Quando la *Trapa* si trova in condizioni di non dover soffrire asfissia, non è necessaria nè la presenza del ferro in quantità rilevante, nè l'intensa illuminazione, nè la temperatura elevata; in tal caso pure non si osserva, prima dell'inverdimento, la colorazione violacea delle cellule epidermiche.

Da alcuni anni io faccio svernare dei frutti di *Trapa* in una vasca di legno avente il fondo ben pulito, e ripiena di acqua potabile continuamente rinnovata, onde in nessun modo è possibile che si determinino delle condizioni di vita anaerobica.

La germinazione dei semi ha luogo come normalmente, e, quantunque la scarsa illuminazione del fondo e la temperatura piuttosto bassa dell'acqua (14°-22°) costituiscano delle condizioni sfavorevoli allo sviluppo, tuttavia questo ha luogo lentamente, ma con regolarità, nè si osserva alcun indizio di eziolamento nei primi stadii.

La colorazione della parte assile non è mai bianca nè violacea, ma rosso bruna come tutte le parti adulte non verdi delle piante normali.

È evidente che la mancanza d'asfissia durante la quiescenza e la conseguente assenza dell'alcool, permettono alla pianta di svilupparsi nelle condizioni che sono normali per la generalità delle piante verdi, e quindi di poter evitare la necessità di un notevole afflusso di ferro, di una illuminazione intensa e di una temperatura elevata.

È degno di nota il fatto che nelle piantine provenienti da semi che hanno svernato in queste condizioni, la gemmula ha uno svi-

luppo molto precoce rispetto a quello dell'asse radicoforo, e specialmente delle radichette verdi geotropicamente negative; tale differenza di sviluppo si va rapidamente accentuando, e in breve la porzione assimilatrice del radicoforo si arresta nello sviluppo, presentandosi così sempre più piccola e meno fornita di radichette verdi.

Si ha qui una prova convincente che è l'intossicazione prodotta dalla vita anaerobica la causa che ritarda lo svolgimento della gemmula, e che la funzione della porzione assimilatrice del radicoforo è appunto quella di rendere possibile lo sviluppo della gemmula stessa.

La formazione delle radici secondarie e lo sviluppo della gemmula hanno luogo solo dopo che è avvenuto l'inverdimento della porzione assile precedentemente sviluppatasi: allora si iniziano i fenomeni di attività formativa, e specialmente i processi cariocinetici. Mentre prima questi erano nulli negli apici caulinari e lungo il cilindro centrale del radicoforo, essi si svolgono ora con notevole frequenza, e si vanno rapidamente formando le bozze iniziali delle radichette secondarie, e sviluppando le gemmule.

Come è noto, le prime otto o dieci radichette che si svolgono sulla parte inferiore del radicoforo, sono dotate di geotropismo positivo e si affondano ben presto nel limo.

Questi organi si trovano ben presto in difficili condizioni per ciò che ha riguardo alla respirazione, tanto più che i loro tessuti sono quasi privi di lacune aerifere.

A differenza però di quanto avviene nel massimo numero delle piante, e nei tessuti meristematici della gemmula e del radicoforo della *Trapa* stessa, gli apici vegetativi di queste radici possono, anche sotto queste condizioni, continuare le loro segmentazioni cariocinetiche. Se non che anche queste cellule, malgrado l'adattamento al mezzo poverissimo di ossigeno, non possono sottrarsi alle leggi generali che regolano la funzionalità del protoplasma vivente, e accanto a figure cariocinetiche perfettamente normali, si trovano qua e là figure di mitosi atipica, sulle quali ritornerò più innanzi.

Inoltre la funzionalità dei meristemi di queste radici è assai limitata, e sembra che tutta l'attività di essi si concentri nell'apice, perchè non ha luogo mai la formazione di alcuna radichetta laterale: le radici si allungano indefinitamente, conservando sempre lo stesso diametro per 25-35 cm., le cellule epidermiche si impregnano di tannato di ferro a partire da 1-2 cm. all'indietro dell'apice, e l'epidermide così impregnata costituisce, intorno alla porzione assile, una specie di astuccio capace di impedire ogni funzionalità assorbente.

Non è da credere che la incapacità di queste radici ad una attività meristematica più intensa, sia da ascrivere a proprietà caratteristiche tramandate ereditariamente, ma si tratta di proprietà acquisite sotto l'influenza delle condizioni sfavorevoli, nelle quali queste radici si trovano.

I fatti che riferirò varranno a dimostrarlo.

Coltivai numerosi individui di *Trapa* in un acquario di vetro avente il fondo ricoperto di uno spesso strato di sabbia grossolana, e ripieno di acqua frequentemente rinnovata e bene aerata.

Le radici svoltesi dalla porzione inferiore dell'asse radicoforo si affondarono nella sabbia e presero uno sviluppo grandissimo; di esse la porzione fuori della sabbia o affondata nei primi strati di questa prese un colore rosso bruno, e l'analisi chimica non rivelò la presenza di tannato di ferro.

Invece la porzione situata più profondamente assunse un colore leggermente nero-violaceo all'esterno, e l'analisi dimostrò la presenza di tannato di ferro in piccola quantità.

Per tutta la lunghezza delle radici, si notavano qua e là delle ramificazioni ben sviluppate, e piu ancora dei minutissimi addensamenti di tessuto lungo i fasci vascolari, che all'esame microscopico si dimostrarono non esser altro che punti meristematici per la formazione di nuove radici. Per un guasto sopravvenuto all'acquario, non fu possibile continuare l'esperienza fino al termine dello sviluppo della pianta, e quindi di accertare se tutti i punti meristematici si sarebbero sviluppati in radici.

Nelle piantine provenienti da semi che avevano svernato in acqua aerata tenuta in vasche di legno ben pulite, le radici geotropicamente positive si presentavano sempre colorate in rosso bruno, e con numerose ramificazioni e ancora più numerosi punti meristematici, inizii di meristemi apicali di nuove radici.

Altre piante, che avevano iniziato il loro sviluppo nel lago di Candia, vennero trasportate a Torino e trapiantate; in parte fissandole colle radici inferiori al fondo delle vasche, in parte lasciandole libere, galleggianti alla superficie dell'acqua. In queste ultime potei constatare l'assenza dei sintomi caratteristici dell'asfissia; mancanza del colore nero, per precipitazione di tannato di ferro, nella porzione di radici svoltasi durante la permanenza nella vasca; sviluppo di radichette laterali e formazione di altri numerosi punti meristematici per nuove radichette. È facile immaginare come piante viventi così galleggianti, senza alcun attacco al fondo, si sviluppassero in modo molto irregolare; e anche in questo caso quindi non fu possibile seguirle in tutto il loro completo sviluppo, fino alla fruttifi-

cazione. Resta tuttavia accertato il fatto che sono le condizioni sfavorevoli di ambiente quelle che determinano il particolare modo di sviluppo delle radici della Trapa, e che questo si può riassumere in un ostacolo al compiersi dei fenomeni cariocinetici, appunto come è caratteristico dei veleni alcoolici.

Un organo speciale a funzione transitoria durante la germinazione dei semi, è stato osservato anche in molte specie delle Ninfeoidee, ma, a differenza di quello della *Trapa*, esso funziona con modalità affatto particolari.

L'esistenza di tale organo è in parte conosciuta da tempo, ma la interpretazione del suo scopo funzionale non è ancora bene accertata.

Il Trecul (1) studiando l'anatomia della *Victoria regia* descrisse nel seme germinante un corpo particolare situato presso l'inserzione dei due cotiledoni, ramificato, irto di papille: tale corpo è il primo a uscire dal tegumento seminale all'inizio della germinazione, ed egli gli attribuì la funzione di sostituire quella della radice, non ancor sviluppata nell'assorbimento delle materie minerali disciolte.

Più recentemente Goebel (2) descrivendo la germinazione di parecchi semi di piante acquatiche, accennò di nuovo all'esistenza di tale organo nella *Victoria regia* e nell'*Euryale ferox* attribuendogli il nome di organo branchiale. Il nome non potrebbe essere più appropriato tenendo conto della funzione alla quale Goebel ritiene debba servire. Infatti egli, considerando la grande superficie da esso presentata, la sua struttura lacunosa, la sua esistenza effimera, opinò trattarsi di un organo destinato alla respirazione dell'embrione.

Haberlandt (3) riportando l'opinione di Goebel, quantunque non la ritenga dimostrata, dichiarò tuttavia di attribuirle molta probabilità di essere nel vero.

L'ipotesi di Goebel acquista una attendibilità assai maggiore se si tien conto della localizzazione del ferro e di quella delle ossidasi e perossidasi nei semi germinanti delle due Eurialee in discorso.

Un seme quiescente di *Euryale* o di *Victoria* che si trova da un certo tempo nell'acqua, e nel quale la germinazione non sia ancora iniziata, ma assai prossima, contiene tracce di ferro e di perossidasi sulla superficie esterna dell'embrione, ma si mostra ancor più

(1) Trecul A. — *Études anatomiques et organogéniques sur la* Victoria regia *et anatomie comparée du* Nelumbium, *du* Nuphar *et de la* Victoria. (Ann. Sc. Nat. Bot. (S' 4me T. I.).

(2) Goebel K. — *Op. cit.* p 208.

(3) Haberlandt G. — *Physiologische Pflanzenanatomie*, III Aufl. 1904, p. 425.

ricco di ossigenasi nella gemmula; ciò del resto come avviene in molti apici caulinari.

Iniziata la germinazione, se si esamina l'organo branchiale dopo pochi giorni di sviluppo, si osserva spesso che alcune cellule superficiali, particolarmente quelle situate alla base della papilla sono impregnate di una sostanza bruno nerastra, facilmente riconoscibile per un tannato di ferro. Una reazione microchimica, oltre che confermare l'esistenza di tale composto di ferro anorganico, mostra l'esistenza di ferro in tutto l'organo, sotto una forma di combinazione più stabile; si può inoltre constatare l'esistenza di perossidasi con una distribuzione identica a quella del ferro.

Quando comincia a svilupparsi la gemmula, e dall'ascella delle prime foglioline si svolgono una o due radichette avventizie, l'organo branchiale si trova ancora in perfette condizioni; in questo periodo le radichette mostrano di contenere perossidasi solo lungo i fasci vascolari e presso l'apice, ma in quantità minima rispetto a quella contenuta nell'altro organo: inoltre il ferro si trova in assai piccola quantità, oltre che all'apice della pileoriza, anche nelle cellule epidermiche situate alla base della radichetta, evidentemente impregnante le cellule morte o morenti che si andranno sfoliando dalla superficie della radichetta.

Lo stesso fatto si osserva nella radichetta principale (che però presto si arresta nello sviluppo), che si sviluppa nel genere *Victoria* e che è circondata, come da un cingolo, dalla porzione basale dell'organo branchiale.

Se quindi si volesse ammettere nelle radichette e nell'organo branchiale una comune funzione assorbente delle sostanze saline, la differenza di comportamento dei due membri rispetto ai reattivi del ferro e della perossidasi, costituisce una prova per dimostrare che il modo di funzionare dei due organi è diverso; poichè l'uno si arricchisce notevolmente di ferro, mentre ciò non avviene nelle altre.

Tra i due organi inoltre si osserva una differente ricchezza nel contenuto in fermenti respiratori, differenza anche questa difficile a spiegarsi se non ammettendo nei due organi due funzioni diverse.

Anche i dati anatomici concorrono a far ritenere inesatta l'ipotesi di Trecul; infatti l'apparecchio branchiale, che pure ha un certo volume, è assolutamente privo di innervazione vascolare, ciò che è per lo meno insolito negli organi destinati ad una funzione assorbente.

Le specie fornite di questo organo, sulle quali ho potuto fare le mie osservazioni, sono l'*Euryale ferox*, *Victoria regia*, *Victoria Cruziana*.

Ma anche in altre specie di Ninfeoidee si osservano, quantunque meno ben distintamente, degli organi analoghi.

Già Trecul aveva notato l'affinità di struttura tra l'organo particolare della *Euryale* e della *Victoria* ed un colletto, come egli diceva, che si trova nel germoglio del *Nuphar luteum* alla base dei cotiledoni, ricco di papille aventi analogia coi peli radicali della stessa pianta (1).

Io non ho potuto studiare bene questa analogia, perchè i peli radicali nel *Nuphar* fanno una apparizione molto fugace, ed io su piante giovanissime o troppo adulte non ne ho trovati. Le papille sono corte, tozze, clavate, colle membrane impregnate di tannato di ferro; all'interno esse, e tutto il cercine ingrossato che costituisce la loro base, sono ricche di ferro e di perossidasi, analogamente a quanto si osserva nella *Euryale* e nella *Victoria*.

Colpito da queste analogie morfologiche e istochimiche, volli ricercare se anche nelle specie del gen. *Nymphaea* si potesse trovare qualche disposizione analoga; anche in queste alla base dei cotiledoni si osserva un ciuffo di peli disposti in circolo attorno all'asse radicale. Tali peli sono conosciuti col nome di peli radicali primarii.

Esaminando accuratamente delle giovani radici di *Nymphaea*, (*N. alba*, *N. zanzibarensis*, *N. thermalis*, *N. stellata*), si osserva facilmente che questi peli sono disposti in circolo attorno alle radici; poi per un lungo tratto la radice permane nuda, e si riveste poi di nuovo di peli disposti senza regola, come si osserva in genere in tutti i peli radicali; questi sono assai più lunghi, più sottili, più sinuosi di quelli *primarii*, che sono larghi, rigidi e corti (2).

Anche i caratteri chimici valgono a distinguerli nettamente fra loro: i *primarii* sono ricchi di ferro e di perossidasi, come anche la base sulla quale sono impiantati; gli altri, come del resto si osserva in genere nei peli radicali, ne sono privi. In questi ultimi occorre aver molta cura nel determinare la localizzazione, poichè spesso ad un esame superficiale questi appaiono colorati in bleu col ferrocianuro; ma ciò dipende dalla presenza di minutissime particelle di limo rimaste aderenti ai peli stessi.

Rimane così stabilita la presenza in tutti i semi germinanti di Ninfeoidee di un organo più o meno profondamente differenziato,

(1) Trecul A. — *Structure et developpement du Nuphar lutea.* Ann. sc. nat. Bot. Ser. 5, T. IV, 1845.

(2) Caspary B. — *Nymphaeacacee* (In Engleru. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien III T. Abt. 2 p. 2).

in relazione al volume del seme, provvisto di fermenti respiratori, e anche di lacune, quando la differenziazione dell'organo renda ciò possibile. Questo organo ha sempre una funzione transitoria.

La struttura dei tegumenti seminali, la scarsa capacità che essi hanno ad arricchirsi di tannato di ferro, il forte contenuto in grasso nell'embrione, sono tutte condizioni sfavorevoli alla vitalità del germoglio; nè si potrebbe spiegare come in condizioni di ambiente tanto simili a quelle della *Trapa* esso possa fare a meno di disposizioni speciali atte ad assicurare l'ossigeno necessario alla respirazione. Gli organi situati alla base dei cotiledoni, ricchi di ferro e di perossidasi, sarebbero appunto destinati a questa funzione, e per essi è giustificato pienamente il nome assegnato da Goebel di « Kiemenbüschel ».

Una dimostrazione diretta della loro funzione è forse pressochè impossibile: io ho tentato di asportare da *Euryale* e da *Victoria* germinanti le quattro ramificazioni, ma ne ottenni per risultato la morte del germoglio, senza aver potuto escludere che la causa sia da attribuirsi all'azione di microrganismi, così attivi nel limo palustre, sopra delle ferite aperte così presso alla gemmula. Credo tuttavia che i fatti e le considerazioni riferite varranno ad accrescere la probabilità dell'ipotesi di Goebel.

Parte IV. — **Influenza dell'asfissia sui nuclei cellulari della « Trapa natans ».**

Le condizioni di vita che influiscono sulla funzionalità del protoplasma si riflettono sempre, come è noto, sui nuclei contenuti nel protoplasma stesso; è quindi interessante vedere quali effetti esercitino sui nuclei contenuti nei tessuti giovani, quel complesso di condizioni sfavorevoli e di adattamenti particolari che si osservano sulle piante che sono andato studiando.

Ho già riferito i pochi fatti che sono riuscito a rilevare sui nuclei degli elementi del cotiledone amilifero, durante la germinazione del seme di *Trapa*. Ho pure accennato al fatto che durante il periodo nel quale l'asse radicoforo non ha ancora iniziato il suo funzionamento, vale a dire quando la pianta è ancora eziolata, la gemmula non si sviluppa o quasi. È raro trovare in essa qualche figura cariocinetica, e queste si possono annoverare al massimo ad una dozzina per tutta l'intera gemmula.

L'assenza di sviluppo è, come già dissi, da attribuirsi all'azione dell'alcool e alla mancanza di una quantità sufficiente di ossigeno atta di impedire questa azione tossica.

L'influenza che la mancanza di ossigeno esercita sulla moltiplicazione dei nuclei, è già stata riconosciuta da tempo, e si è constatato che essa si esplica nell'impedimento della funzione cariocinetica e che i diversi nuclei possono per un certo periodo di tempo variabile a seconda dei tessuti, ai quali appartengono, sopportare la mancanza dell'ossigeno stesso.

Quanto all'azione dell'alcool, essa, per quanto so, non è stata finora studiata; furono invece oggetto di studio, molto accurato, specialmente in questi ultimi anni, l'azione di altri farmaci del gruppo dell'alcool, quali l'idrato di cloralio, l'etere, il cloroformio.

Tuttavia le ricerche su questi farmaci riguardano l'azione momentanea della sostanza posta ad agire su tessuti aventi i nuclei in attivo movimento cariocinetico; onde se la sostanza anestetica è in piccola dose, l'azione di essa si limita a produrre dei profondissimi turbamenti nelle mitosi già iniziate, se in dose più forte le interrompe, e infine se la sostanza tossica viene rapidamente eliminata, per esempio mediante una lavatura prolungata degli organi avvelenati, le cariocinesi interrotte riprendono il loro corso, e, quantunque con molta irregolarità, giungono a termine (1). L'azione prolungata di sostanze anestetiche sui tessuti meristematici, porta ad un arresto completo di ogni fenomeno di divisione nucleare.

L'azione della mancanza di ossigeno e quella dell'alcool che conseguentemente ad essa si forma, è stata studiata, come già dissi, sui nuclei di alcuni organi parenchimatici, frutti, tuberi, radici carnose; in questi organi, come è naturale i nuclei hanno già perduta, o molto affievolita, la capacità di moltiplicarsi e quindi l'effetto dell'intossicazione è meno apparente, per la impossibilità di studiare i nuclei nella loro più importante funzione (2).

Nel caso degli apici vegetativi della *Trapa* nel periodo della germinazione, la questione è alquanto differente: si tratta di una intossicazione provocata da due cause: penuria, non assenza completa di ossigeno, e presenza di alcool. È da osservare inoltre che tanto la penuria dell'ossigeno, quanto l'afflusso di alcool sopravvengono ad agire sui meristemi non istantaneamente, ma con una intensità gradatamente maggiore, e che l'alcool è tra i più deboli anestetici che

(1) Nathanson A. — *Physiologischen Untersuchungen über amitotische Kerntheilung.* (Iahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXV, 1900); v. Wasiliewski W. *Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Amitose.* (Iahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXVII 1902); Němec B. — *Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern und Zelltheilung.* Iahrb. f. wiss. Bot. XXXIX 1902.

(2) Matruchot L. et Molliard M. — *Op. cit.*

possano agire sopra un organismo vivente; quindi l'intossicazione può farsi non di colpo, ma gradualmente, in modo da permettere una assuefazione, per dir così, dei tessuti all'azione tossica.

Nel caso della *Trapa*, che vado studiando, non è possibile valutare così esattamente i rapporti tra causa ed effetto come nelle ricerche sperimentali già ricordate: così non è possibile determinare la quantità di alcool che agisce sopra i nuclei: determinare la coincidenza tra l'aumento e la diminuzione della quantità di alcool, e le modificazioni morfologiche che è dato constatare nel nucleo. Tuttavia un confronto tra questi risultati e quelli ottenuti sperimentalmente potranno servire a spiegare le condizioni di vita, nelle quali si trovano i nuclei durante il periodo di eziolamento.

Lo studio della funzionalità del nucleo *in cariocinesi* durante l'asfissia è stato appena iniziato recentissimamente colle ricerche di O. Nabokich (1) sulle cariocinesi che hanno luogo negli apici vegetativi sottoposti ad asfissia; l'autrice ha potuto constatare come la cariocinesi continui nell'*Helianthus annuus* anche per un certo tempo dopo iniziata l'anaerobiosi, mentre essa cessa rapidamente nel *Pisum sativum* e più ancora nel *Phaseolus*; d'onde naturalissima l'ipotesi che sulla funzionalità del nucleo influiscano direttamente, più che la mancanza di ossigeno, le sostanze tossiche elaborate dalle cellule asfittiche. Nella sua nota preventiva l'A. si è limitata a constatare la presenza o l'assenza di divisioni nucleari mitotiche o amitotiche; io non ho avuto conoscenza del lavoro definitivo, nel quale si doveva trattare anche delle alterazioni nucleari in seguito a prolungata asfissia.

Sulla struttura dei nuclei delle cellule della *Trapa* occorre ricordare quanto è già stato rilevato da Gibelli e Ferrero, cioè la grande difficoltà di colorazione che presenta la sostanza nucleare, mentre il nucleolo risulta sempre assai ben evidente qualunque sia la materia colorante impiegata. Io mi sono imbattuto nelle medesime difficoltà; ho eseguito colorazioni coi metodi più differenti, safranina, safranina e violetto di genziana, ematossilina ferrica, ematossilina all'allume, fuxina e verde all'iodio, ecc., ed ho ottenuto ottimi risultati quanto all'aver messo in evidenza le fibre del fuso, i corpuscoli polari, le anse cromatiche, ecc., ma non sono mai riuscito a rilevare una differenza di colorabilità tra nucleolo e cromatina, e neppure a vedere il nucleolo durante la cariocinesi;

(1) Zimmermann A. — *Die Morphologie und Pysiologie des Pflanzlichen Zellkernes*. Iena 1896; Nabokich. O. — *Über die anaerobe Zellteitung*. (Ber. d. deut. Bot. Gesell. 1904 XXII p. 62).

questa assenza del nucleolo durante la cariocinesi è, come si sa, frequentissima e anzi su ciò si fondano appunto quelli che attribuiscono al nucleolo una notevole importanza durante la mitosi.

Ma l'assoluta identità nella colorabilità del nucleolo e della cromatina (1), sia che questa entri a formare le anse durante la mitosi, sia che assuma una struttura reticolare alla superficie del nucleo, impediscono di fissare bene a quale dell'una o dell'altra sostanza si debbano attribuire le modificazioni che si vanno osservando. È certo che nella *Trapa* si hanno affinità strettissime tra nucleolo e cromatina: non ho mai potuto però osservare nei nucleoli una differenziazione tale da far pensare a addossamento di cromatina contro la superficie di essi.

Lo studio su alcuni organi soltanto della pianta, e particolarmente l'indirizzo che mi ero proposto di dare alle mie ricerche, non mi permettono di dedurne delle affermazioni recise, se cioè si tratti di nucleolo con scomparsa quasi totale della cromatina o di cromatina addensata in forma globulare.

Chiamerò quindi col nome di cromatina la parte colorabile quando assume le forme solite alla sostanza chiamata con tal nome, e di nucleolo allorchè ha la forma e la posizione che ha di solito il nucleolo.

Nel cono vegetativo dell'embrione, al termine della quiescenza, i nuclei non presentano nulla di notevole: le loro dimensioni sono di 4-5 μ. Quelli che si trovano nel tessuto che sarà poi asse ipocotile o asse radicoforo, sono assai intensamente colorabili in quasi tutta la loro massa; i nuclei invece che appartengono alla gemmula, presentano il nucleolo assai ben visibile.

Soltanto nelle cellule che formano la parte estrema dell'asse radicoforo, è sempre impossibile constatare una differenziazione tra le varie parti del nucleo, che è piuttosto grosso e intensamente colorabile: gli elementi dell'apice però non subiscono una vera evoluzione progressiva, ma cadono presto in putrefazione.

Quando si inizia la germinazione, il volume delle cellule degli organi assili va fortemente aumentando, e tanto nell'asse radicoforo, che nell'ipocotile i nuclei perdono in parte la loro colorabilità, assumono la forma sferoidale, e rimangono ben distinti la massa acromatica e uno o di rado due nucleoli. Nelle cellule della porzione superficiale delle giovani bozze caulinari, i nuclei son sempre ben differenziati in nucleoli e massa acromatica.

(1) Nella colorazione con safranina e violetto di genziana si ha tendenza a fissare la safranina; in quella con fuxina e verde all'iodio, è quest'ultimo che si fissa prevalentemente sulle sostanze colorabili del nucleo.

Nella gemmula delle piantine crescenti in condizioni normali, allorchè le giovani bozze caulinari non sono ancora uscite dal riparo loro offerto dalla squama protettrice, i nuclei sono già in intensa attività moltiplicativa; le figure cariocinetiche si osservano con molta frequenza, e tutte le fasi della divisione si presentano perfettamente regolari. Le anse cromatiche per la loro piccolezza sono assai difficili a studiarsi nei particolari, e non si può scorgere bene il loro numero, la segmentazione longitudinale, ecc.; tuttavia esse appaiono ben distinte, e non mi è mai occorso di vedere delle aberrazioni nella orientazione delle singole anse; sono assai ben visibili le fibre del fuso, i corpuscoli polari, ecc. A cariocinesi terminata la cromatina si raduna in un nucleolo circondato da una massa nucleare non colorabile; di rado si osserva la presenza di piccole quantità di sostanza colorabile all'interno della membrana nucleare.

Nelle gemmule eziolate il comportamento dei nuclei è ben diverso.

Se l'eziolamento è completo e prolungato, non si osserva mai, anche nelle cellule delle bozze più giovani, alcuna traccia di fenomeno di cariocinesi; talvolta invece o l'eziolamento non è così assoluto da non permettere una debolissima funzione di qualche cloroplasta, oppure l'acqua, nella quale si trovano le piantine, è un po' più aerata e provvista di sali di ferro, e allora si possono osservare quà e là delle figure cariocinetiche; la loro frequenza però è estremamente minore di quella che si verifica nei casi normali.

Nelle esperienze delle quali ho ripetutamente trattato più addietro, io ho spinto l'eziolamento degli embrioni fino al massimo grado possibile, al di là del quale aveva luogo una diminuzione nella turgescenza dei tessuti a cominciare dall'apice del radicoforo; a questo fatto teneva dietro la putrefazione della porzione radicofora; la degenerazione e la conseguente distruzione dell'embrione procedevano sempre dall'estremità apicale e invadevano gradatamente la gemmula e così via sino alla base d'attacco al cotiledone di riserva. Quando la degenerazione era giunta nel suo progresso fin quasi alla gemmula, le piantine, anche se poste in condizioni favorevolissime di ambiente, erano incapaci di riprendere il loro sviluppo; invece le piantine nelle quali la degenerazione era ancora piuttosto distante dalla gemmula, se erano riportate alla luce riprendevano, quantunque lentamente, il loro sviluppo e davano poi origine a piante perfettamente sane e normali.

Io ho raccolto delle gemmule turgide e apparentemente sane, ma immediatamente al disopra delle quali l'asse radicoforo era in

avanzata degenerazione, e altre tolte da piantine in apparenza non sofferenti: ero così certo di poter studiare i nuclei sotto l'influenza massima prodotta dall'eziolamento: nelle sezioni in serie, eseguite sopra intere gemmule ed esaminate con ogni cura non sono mai riuscito a osservare alcuna figura di mitosi nucleare. La cromatina era pressochè scomparsa anche negli elementi delle bozze meristematiche, ma un altro fatto ancor più interessante si osservava in queste cellule.

I nucleoli presentavano tutti uno o due bitorzoli alla loro periferia costituiti dalla identica sostanza dei nucleoli stessi: talvolta essi erano ancora largamente aderenti alla massa nucleolare, tal altra invece ne erano riuniti soltanto per una porzione ristretta; altri di questi corpicciuoli si trovavano liberi nella porzione acromatica del nucleo. Questi nel maggior numero si portavano verso la periferia del nucleo stesso, ne escivano e si trovavano così liberi nel plasma della cellula; la porzione che si distaccava dal nucleo era sempre costituita della sola sostanza colorabile, e mancava, almeno da quanto si poteva constatare data la estrema piccolezza di tali corpicciuoli, ogni alone di sostanza nucleare acromatica. Nel maggior numero dei casi la segmentazione dava luogo a corpicciuoli assai più piccoli del nucleolo che li aveva originati, e si aveva così una serie di figure che ricordavano molto bene la gemmazione dei saccaromiceti.

Di rado si formavano due sferette di eguale grandezza, e in tal caso i due nucleoli che si formavano si circondavano ciascuno di un alone acromatico, di membrana nucleare.

Questo curioso fenomeno di gemmazione nucleolare era più evidente nelle sezioni colorate con ematossilina, e lo si osservava in modo particolare in quelle cellule nelle quali in condizioni normali è più intensa l' attività nucleare. (Apici caulinari).

Negli stessi tessuti si osservava spesso che il nucleo si andava ingrossando e si svuotava all'interno, e, mentre il nucleolo si portava fin contro la membrana nucleare, si formava un enorme vacuolo centrale: in alcune sezioni le quali dopo disidratazione con alcool erano state leggermente essiccate prima dalla montatura in balsamo, il vacuolo nucleare che si era riempito d'aria spiccava con grande evidenza.

Nei casi nei quali l'eziolamento delle piantine non è così spinto da essere causa di una perdita irreparabile di esse, i nuclei degli elementi meristematici si presentano meno profondamente alterati. Non si vedono mai figure cariocinetiche, la massa colorabile ha una forma varia, ovoidale, semilunare, ecc, ed occupa quasi tutto il

nucleo; nelle cellule più adulte si nota una distinzione tra la parte colorabile interna che si accentra nel nucleolo e quella periferica che si raccoglie all'interno della membrana nucleare a costituire un reticolo. Più tardi questo reticolo scompare e di ben colorabile rimane solo il nucleolo.

Quando ha termine l'eziolamento e con esso l'asfissia, e le piante riprendono quindi il loro sviluppo, i nuclei iniziano i loro movimenti cariocinetici. Se si esaminano numerose gemmule raccolte in vari periodi di tempo, a partire dal termine dell'eziolamento, si può constatare che i primi nuclei che riprendono la vita normale sono quelli esistenti nei tessuti già più evoluti, come quelli situati alla base della gemmnla, o appena al disopra di essa, dove si iniziano le radichette emesse dall'asse radicoforo; più tardi si osservano divisioni nucleari anche nelle bozze degli apici caulinari.

Allorchè i nuclei riprendono la loro vitalità e le divisioni si iniziano, in generale queste hanno luogo nel modo più normale; soltanto nelle primissime mitosi che si osservano nei tessuti più adulti testè indicati, insieme a quelle regolari ne hanno luogo alcune che presentano qualche anomalia. Le anomalie consistono nel fatto che al termine della cariocinesi, quando non sono ancora scomparse le fibre del fuso, e quando si vanno abbozzando i due nuovi nuclei, una porzione di cromatina si interpone tra questi e i centrosomi, in modo da costituire come due cappucci conici che delimitano le due porzioni estreme del fuso nucleare.

Anomalie simili ho pure osservato nelle piantine che avevo coltivato con aggiunta all'acqua di piccole quantità di cloruro ferrico, come dissi più sopra.

Nelle radici verdi emesse dal radicoforo, gli apici vegetativi hanno nuclei i quali perdono presto la loro attività moltiplicativa, sono anch'essi poveri di cromatina, e non presentano mai in tutti i loro stadii di sviluppo alcuna particolarità degna di nota.

Altrettanto si osserva nelle radici avventizie ascellari e nelle loro ramificazioni d'ordine secondario o terziario.

Più interessante è invece il comportamento dei nuclei delle radici geotropicamente positive che si affondano nel suolo e anneriscono per tannato di ferro. L'attività formativa permane di regola solo nei nuclei delle cellule dell'apice; è solo di rado, e in condizioni difficili a verificarsi in natura, e delle quali del resto ho discorso più sopra, che i nuclei situati entro gli elementi del tessuto vascolare possono riprendere le loro segmentazioni.

La cariocinesi decorre di solito in modo normale, sono ben evidenti tutti i particolari della massa acromatica; le anse cromatiche, come nel caso della gemmula, non si possono esaminare minutamente a causa della loro piccolezza. In taluni casi si osservano alcune file di cellule i cui nuclei, senza presentare traccia di fibre acromatiche, o alcuna altra formazione che sia indizio di un prossimo inizio di cariocinesi, hanno la massa colorabile che si frammenta in numerosissimi corpicciuoli sferici press' a poco eguali in grandezza, i quali permangono nel nucleo.

Più tardi le granulazioni più piccole scompaiono, probabilmente assorbite dalle altre, e come residuo di questa frammentazione si trovano due nucleoli circondati da sostanza acromatica disposta concentricamente a ciascuno dei due, e racchiusi a loro volta nella membrana del nucleo che li ha prodotti.

Queste frammentazioni sono piuttosto rare, non si trovano mai in prossimità delle cellule iniziali dell'apice, ma un po' più all'indietro, specialmente nel pleroma e nel periblema: nei tratti ancora più evoluti, tali nuclei, da sferici che erano, si allungano, si stirano un po' a forma di biscotto e le due estremità sono occupate da due nucleoli.

Uno sguardo sintetico ai fatti che si osservano nei tessuti meristematici della *Trapa natans* pone in chiaro come anche in queste piante la resistenza dei nuclei all'asfissia non sia molto grande: tutti gli apici vegetativi, almeno nei primi periodi del loro sviluppo, risentono molto l'azione tossica delle sostanze elaborate dai tessuti durante la vita anaerobica.

Che si tratti qui dell'influenza di un'azione tossica e non direttamente della mancanza dell'ossigeno, lo prova il fatto che nelle piante bene eziolate le divisioni nucleari non avvenivano, anche se l'acqua era rinnovata ogni tanto; per dar luogo regolarmente a mitosi occorre invece la presenza di un forte eccesso di ossigeno, quale solo può essere dato dall'assimilazione clorofilliana. Questo eccesso di ossigeno è capace di distruggere i prodotti tossici della anaerobiosi, fra i quali indice a noi facilmente palese è l'alcool; infatti i saggi chimici mostrano l'assenza dell'alcool in quel periodo di tempo, e in quei tessuti nei quali ha luogo l'assimiliazione clorofilliana.

Quando poi le radici inferiori si affondano nel suolo, esse trovano nei primi strati del limo un ambiente non assolutamente privo di ossigeno (nei primi tratti queste radici annerisconо molto tardi), e man mano che le estremità si allontanano dalla superficie del bacino acqueo, le condizioni si fanno gradatamente più difficili ed

è possibile quindi una progressiva assuefazione ad esse. Noi sappiamo che i nuclei di piante molto affini fra loro possono presentare differente sensibilità all'azione dell'asfissia: p. es. il *Pisum* è quattro volte più resistente del *Phaseolus* (1). Nella *Trapa* vi ha una sensibilità differente a seconda dei varî organi; i meristemi degli organi abitualmente verdi e assimilatori, non resistono ad una anaerobiosi anche leggera per un tempo un po' lungo: quelli invece delle radici che stanno nel suolo, sopportano assai meglio le difficoltà che loro si oppongono nella funzione respiratoria.

Del resto i nuclei dei meristemi apicali di queste radici compiono davvero uno sforzo speciale nel dividersi per cariocinesi; ne abbiamo una prova nella rapida perdita, in tutti i nuclei un po' adulti, della facoltà di moltiplicazione.

Tutte le ricerche eseguite sull'azione degli anestetici sulle divisioni nucleari, dimostrano che questi farmaci se non sono applicati troppo a lungo, danno luogo ad una sospensione della facoltà di dividersi là dove questa è massima, come nei nuclei che hanno già iniziato i fenomeni di mitosi, e ad una inibizione assoluta (finchè dura l'azione dei farmaci) in quei nuclei meno attivi, che, pur facendo parte degli elementi meristematici, si trovano allo stato di riposo al momento dell'applicazione del farmaco.

Cessata l'intossicazione, questi nuclei possono iniziare la cariocinesi, la quale però risente l'influenza degli anestetici mostrando un andamento più o meno irregolare.

Nella porzione già evoluta delle radici nere della *Trapa* si vede l'effetto di una analoga azione tossica; si osservano infatti degli accenni a divisioni anomale nella frammentazione dei nuclei, nella ricostituzione di due nucleoli che avvengono nella porzione retro apicale di esse, e nella assoluta inibizione nella facoltà moltiplicativa lungo il fascio vascolare. Tale inibizione ha per effetto la produzione di radici lunghissime senza alcuna ramificazione secondaria. Ma basta che vengano a cessare le cause tossiche inibitrici, perchè immediatamente lungo tutto il fascio vascolare si vedano differenziarsi numerosi punti meristematici.

Anche la stessa gemmazione delle sostanze colorabili dei nuclei, che si osserva solo nei casi di profonda asfissia, e che dà luogo a nucleoli che si rivestono talvolta di sostanza acromatica per dare origine a più nuclei distinti, può forse avere qualche analogia colla gemmazione che si osserva nei saccaromiceti sottoposti appunto a eguali condizioni di ambiente.

(1) Nabokich O. — *Loc. cit.*

Nel *Myriophyllum spicatum* alcune volte le radici, che si trovano nella melma molto fine e molto ricca di sostanze organiche, si colorano in nero violaceo per tannato di ferro: la colorazione non è però mai molto intensa: io ho studiato il modo di comportarsi dei nuclei in apici di radici interamente bianche e in apici di quelle annerite nella loro parte più evoluta. Non ho mai potuto osservare alcuna anomalia nel loro comportamento; essi del resto apparivano assai simili a quelli degli apici radicali di *Trapa*. Anche in queste radici così annerite non si osservano mai punti meristematici secondarii.

CONCLUSIONI.

I. — I semi di *Trapa natans* e di *T. verbanensis* trascorrendo il periodo di quiescenza in ambiente assai povero di ossigeno libero, quale è quello del fondo delle paludi, sono soggetti a profondi turbamenti nella loro attività respiratoria, la quale si svolge secondo le leggi della così detta respirazione intramolecolare.

Le stesse condizioni d'ambiente, perdurando durante l'inizio della germinazione, lo stesso tipo di attività respiratoria si osserva anche in questo periodo, e per tutto il tempo nel quale non si è pienamente sviluppata la funzione clorofilliana.

I fatti che sono indice di questa alterata funzionalità del ricambio respiratorio sono di due ordini, chimico e citologico.

Del primo è esponente più importante la formazione di alcool etilico nella riserva del seme. Del secondo il sopravvenire di una degenerazione grassa del plasma, dapprima debole e caratterizzata dalla comparsa di numerose e finissime goccioline oleose, poi più intensa e a grosse gocciole. Questo formarsi di grosse gocciole caratterizza il termine del periodo asfittico, per la distruzione del plasma in seguito all'arrivo di maggiori quantità di ossigeno.

Fenomeni analoghi, almeno tra quelli di ordine chimico, si verificano nei rizomi di *Nymphaea alba* e di *Nuphar luteum*, nei quali pure durante la quiescenza e il germogliamento ha luogo la formazione di alcool etilico.

L'alcool prodotto in tali condizioni si diffonde per tutti i tessuti della pianta, anche in quelli situati fuori del limo palustre, come quelli verdi: in questi durante il periodo della assimilazione l'alcool scompare, evidentemente ossidato dall'ossigeno libero che vi si produce in copia.

II. — Le piante acquatiche sono tra i vegetali quelli più ricchi di composti di ossido di ferro e di manganese; lo stato di combinazione di questi due elementi è assai vario; si possono distinguere

composti organo metallici, nei quali la molecola organica è così strettamente legata all'ossido da mascherarne l'esistenza, ed altri sempre meno strettamente combinati, e persino anche composti evidentemente inorganici.

La quantità complessiva di ferro contenuta nei diversi tessuti, cresce coll'età dei tessuti stessi, e ancor più colla difficoltà per parte di questi di avere a disposizione dell'ossigeno libero; così se ne trova la minore quantità nei tessuti meristematici, ed in quelli assimilatori, la massima in quelli non verdi immersi nel limo riduttore delle paludi.

Rispetto alla tendenza ad arricchirsi di ferro, è pressochè indifferente per la pianta che l'ossigeno le pervenga dall'esterno disciolto nell'acqua, o dall'interno attraverso i tessuti lacunosi di cui la pianta sia eventualmente fornita.

La funzione di una parte dei composti di ferro è con tutta probabilità quella di servire come veicolo dell'ossigeno, sia solamente all'atto della fissazione del ferro nei tessuti della pianta (depositi tannici), sia per un tempo più o meno lungo, servendo così agli scambii respiratorii tra tessuti viventi e ambiente esterno.

A questa funzione respiratoria è strettamente legata la presenza di speciali enzimi del gruppo delle perossidasi, la cui distribuzione appare connessa con quella di alcuni composti ferruginosi labili.

L'associazione dei composti ferruginosi e delle perossidasi avrebbe per iscopo di rendere possibile l'assunzione di ossigeno da ambienti come quelli palustri, nei quali il gas libero e disciolto ha una pressione parziale insufficiente perchè le piante possano assorbirlo direttamente, senza l'aiuto dei composti di ferro, e di facilitare il successivo trasporto del gas stesso ai tessuti più interni.

I composti di manganese accompagnano quasi sempre quelli di ferro; essi per lo più esistono in quantità piccola rispetto a quelli dell'altro metallo; all'incontro nei tessuti giovani il manganese si trova in quantità prevalente rispetto al ferro.

Negli elementi meristematici, oltre al manganese, esistono abbondanti enzimi del gruppo delle ossidasi, di tali enzimi è già nota la particolare ricchezza in manganese; non vi ha quindi difficoltà a ritenere come molto probabile che la funzione del manganese sia particolarmente quella di permettere gli intensi processi di ossidazione che hanno luogo nei tessuti meristematici.

In alcune piante acquatiche oltre agli enzimi sopra ricordati esiste anche della catalasi, localizzata per lo più negli elementi superficiali degli organi in diretto contatto coll'acqua.

III. — La particolare difficoltà che incontrano le piante acquatiche a procurarsi l'ossigeno libero, rendono ragione di alcuni fatti

che si osservano durante la germinazione di esse, quando cioè non si sono ancora sviluppati i tessuti con plastidii verdi, i soli che possono assicurare un abbondante rifornimento di ossigeno.

Così si stabiscono degli adattamenti particolari, viviparità, deposito di clorofilla nei semi, formazione di apparati assimilatori o di apparati respiratorii di funzione temporanea.

Nella *Trapa natans* l'apparato a funzione transitoria è dato dal radicoforo e dalle radici avventizie che si sviluppano su di esso. L'asse radicoforo si accresce assai rapidamente per semplice aumento di volume delle singole cellule, in modo da portarsi fuori dello strato di limo, nel quale ha svernato il seme, e nell'acqua limpida e ben illuminata inverdisce e inizia l'assimilazione.

L'attività dei plastidii verdi dà luogo alla distruzione dei prodotti tossici elaborati nel parenchima di riserva del seme, soggetto a respirazione intramolecolare, e solo dopo che è avvenuta tale distruzione, si iniziano i fenomeni cariocinetici che danno luogo alla formazione delle radici secondarie e poi allo sviluppo della gemmula.

Anche in questo periodo il ferro ha una funzione importante nel favorire l'inverdimento dell'asse radicoforo e lo sviluppo ulteriore della pianta.

Nei semi germinanti delle Ninfecee l'emissione della radichetta principale, o almeno del mozzicone di questa, è accompagnata dallo sviluppo di organi assai più complessi (organi branchiali nelle Eurialee, peli primarii nelle Ninfeoidee), la cui funzione è quasi certamente quella di servire come apparati respiratori nel periodo che precede lo sviluppo delle foglie.

La dimostrazione della attendibilità di tale ipotesi è data, oltre che da caratteri anatomici, anche dalla presenza in essi di notevolissime quantità di composti di ferro, accompagnati da perossidasi; resta così confermata ed estesa l'ipotesi formulata da Goebel riguardo alla funzione del cosidetto « Kiemenorgan » delle Eurialee.

IV. — Durante l'inizio della germinazione della *Trapa*, allorchè l'asse radicoforo non è ancora inverdito, tutti i nuclei dei giovani tessuti risentono gli effetti della intossicazione alcoolica, e non si inizia nessuna divisione cariocinetica; solo se l'intossicazione è molto prolungata e intensa, hanno luogo delle singolari frammentazioni nucleari aventi l'aspetto di gemmazioni, le quali però non danno alcun risultato proficuo per lo sviluppo dei meristemi, e si debbono considerare come indizii di profonda sofferenza dei nuclei stessi.

Quando l'intossicazione viene a cessare per l'iniziato inverdimento del radicoforo, allora, dopo alcune pochissime figure carioci-

netiche leggermente anomale, la divisione nucleare inizia rapidamente e intensamente il suo corso normale.

Nelle radici geotropicamente positive della *Trapa*, le quali vivono in condizioni particolarmente difficili di aereazione, i fenomeni cariocinetici dell'apice vegetativo si compiono come di norma, ma lungo tutto il fascio vascolare non si verifica mai la formazione di alcun nuovo punto meristematico, capace di originare le radici di ordine secondario. Si può dimostrare sperimentalmente che tale mancata formazione dipende dalla insufficiente aerazione delle radici; anzi già le ultime cariocinesi che hanno luogo nelle cellule più adulte dell'apice vegetativo mostrano, col verificarsi di alcune anomalie, un principio di sofferenza dei nuclei.

Torino. — *R. Istituto Botanico*, agosto 1906.

Orchidacee nuove o critiche

Nota del Dottor Fabrizio Cortesi

Nello scorso anno, in una escursione fatta nel mese di giugno al Monte Terminillo, ebbi agio di osservare grandi estensioni di terreno dei pascoli montani e submontani coperte di un numero grandissimo di esemplari di *Orchis mascula L.* in fiore. Esaminando questi esemplari facilmente mi convinsi che nell'*Orchis mascula L.* potevano distinguersi due forme diverse, — una delle quali era già stata distinta dal Parlatore (1) — e di cui non stimo inutile darne la descrizione.

Orchis mascula L.

f. **purpurea** — *planta robusta usque ad 5-6 dcm.; floribus intense purpureis in spica serrata, labio trilobo, lobo intermedio saepius tridentato, disco non luteo, maculato, calcare ovario aequante.*

f. **rosea** = *O. mascula* L. *b. floribus roseis* Parl.

Planta plerumque gracilis usque ad 4 dcm.; floribus roseis in spica plerumque laxa, labio trilobo, lobo intermedio tridentato, disco luteo purpureo-maculato, calcare ovario longiore.

Habitant in pascuis herbosis submontanis et montanis (700-1400 m. s. m.) in monte Terminillo (Aprutio).

Non è difficile di riscontrare queste due forme in tutte le località ove l'*O. mascula* cresce con una certa frequenza e con abbondanza. Forse la *f. rosea* può avvicinarsi — se non identificarsi — con l'*Orchis olbiensis* di Reuter (2), almeno a giudicare dalle figure della tavola di Barla.

(1) *Fl. it.*, III, p. 503.

(2) In Ardoino *Fl. Alp. Marit.* p. 353 et in Barla. *Icon. Orch.* p. 59. pl. 45 fig. 1-23.

*
* *

Nella stessa gita ho avuto campo di esaminare numerosi individui di *Orchis provincialis* Balb. e dell'*O. pauciflora* Ten. e mi son potuto persuadere come fra l'*O. provincialis* tipica e la sua forma o varietà *pauciflora* si riscontrino tutti i gradi di passaggio, specialmente in rapporto alla diminuzione del numero dei fiori nella infiorescenza, al loro aumento di grandezza ed alla tendenza di assumere un colore giallo zolfino dal colore giallo avorio che generalmente possiede l'*O. provincialis* tipica. Quindi l'opinione da me enunciata (1) che l'*O. pauciflora* Ten. debba considerarsi come una varietà dell'*O. provincialis* Balb. mi sembra che resti confermata completamente.

*
* *

Così ho avuto agio di riconoscere l'esistenza di un ibrido fra l'*O. provincialis* Balb. *var. pauciflora* Ten. e l'*O. mascula L. f. rosea.*

Risultando dalle mie ricerche che questo ibrido non è stato ancora descritto ne dò la diagnosi qui appresso:

× **Orchis Colemanii** Cort. hybr. nov. = (2).
= **O. provincialis pauciflora** × **O. mascula rosea.**

O. tuberibus radicalibus duo indivisis, caule 4 dcm. aequante: foliis oblongis lanceolatisve, obtusis aut obtusiusculis mucronulatis; floribus spica laxiuscula, perigonii phyllis exterioribus distinctis, lateralibus ut in O. provinciali reflexis rotundato acutis, binis interioribus brevioribus ovato-obtusis, conniventibus, labio phyllis exterioribus longiore, trilobo, lobis lateralibus rotundatis aut serrato-denticulatis, intermedio integro vel tridentato, calcare clavato, obtuso, horizontali ut in O. mascula (non adscendente ut in O. provinciali) ovario aequante vel longiore; bracteis ovario aequantibus vel longioribus; floribus luteis dilute roseis, disco labii maculis purpureis consparso.

Habitat in pascuis herbosis monte Terminillo (800, 1400 m. s. m.) *inter parentes.*

Questo ibrido si riconosce a colpo d'occhio principalmente pel suo colore specialissimo giallo lavato di roseo: a primo aspetto sem-

(1) Cfr. *Studi critici sulle Orchidacee romane* I. — *Le specie del gen. Orchis.* Ann. Bot., vol. II, p.

(2) Dedico questo ibrido al mio amico Enrico Coleman, pittore illustre, appassionato cultore e valente illustratore di Orchidee.

brerebbe una *O. provincialis* con i fiori di detto colore. Probabilmente esisteranno altre forme ibride fra l'*O. provincialis* e la *O. mascula*, dovute all'incrocio delle loro varietà. Così la *O. pauciflora* b. *rubra* Chab. — citata dal Fiori e Paoletti (1) — deve, quasi con certezza, riferirsi ad una di dette forme ibride, perchè non è cosa troppo frequente (senza ammettere influenze d' incrocio) la repentina mutazione del color giallo in rosso.

Dette forme ibride devono riscontrarsi in tutti i luoghi nei quali crescono promiscuamente le specie stipiti, specialmente nei pascoli montani e submontani del nostro Appennino, ove sono abbondantissime.

*
* *

Un'altra forma ibrida, per quanto io sappia assolutamente nuova, è stata da me raccolta con una certa frequenza fin dal 1900 sulla spiaggia di Maccarese nella pineta. Si tratta di un ibrido fra l'*Ophrys aranifera* Huds. e l'*O. exaltata* Ten., la quale forma, in omaggio alle consuetudini vigenti, ho voluto dedicare al sig. G. E. Camus, tanto benemerito e valente illustratore delle orchidee francesi.

× **Ophrys Camusii** Cort. hybr. nov. = **O. aranifera** × **exaltata**.

Planta habitu O. araniferae: inflorescentia spiciformis, laxiflora 3-6 flora: floribus majoribus quam in O. aranifera et minoribus O. exaltatae, tepalis exterioribus amplis ovato lanceolatis marginibus reflexis, alboroseis dilute viridibus, trinerviis; binis interioribus lanceolatis acutis velutinis marginibus undulatis, exteriorum dimidio aequantibus vel longioribus, rubro-brunneis; labio ovato ut in O. aranifera holosericeo, trilobo vel bilobo, lobo intermedio emarginato, cum appendice triangulari lanceolata, carnosula, sursum versa, lobis lateralibus reflexis, saepe gibberibus praeditis, brunneo cum maculis linearibus glabris luteo brunneis, varie conformatis; gymnostenii rostro brevi, acuto vel obtuso, bracteis ovario dimidio superantibus.

Habitat in arenosis maritimis alla pineta di Maccarese inter parentes. (Aprili 1902-1904).

Di questo ibrido possono distinguersi due forme:

a) **gibbosa** — *gibberibus lateralibus bene prominulis.*
b) **agibba** — *gibberibus obsoletis.*

Fra ambedue queste forme esistono forme di passaggio: questo è dovuto al fatto che ambedue le forme stipiti — e cioè tanto l'*O-*

(1) *Fl. Anal. It.*, I, p. 245.

phrys aranifera quanto l'*O. exaltata* — possono presentarsi con forme più o meno gibbose e con forme agibbe.

Questo ibrido si avvicina un poco all'*O. arachnitiformis* di Grenier e Philippe (1) — che malgrado l'avviso in contrario di Camus ha tutta l'apparenza di una forma ibrida — ed in parte all'*O. aranifera var. niceensis* di Barla (2), dai cui disegni risulta chiaramente l'aspetto ibrido della pianta, però il colore dei tepali esterni della pianta di Nizza è di un rosso violaceo, mentre nella nostra pianta è di un bianco roseo leggermente sfumato di verde.

***

Un' altra forma che non trovo segnalata dagli autori che ho consultato e che mi sembra degna di nota è un prodotto evidente dell'incrocio dell' *Orchis sambucina* L. *fl. luteis*, e della medesima specie *fl. purpureis*. Questa forma ho raccolto qua e là a monte Terminillo nei pascoli montani ove cresceva abbondantissima l'*O. sambucina* L. nelle sue due forme. Questa pianta non ha caratteristico che il colore dei suoi fiori e si potrebbe così diagnosticare:

O. sambucina lutea × O. sambucina purpurea.

Tepalis roseo-lutescentibus: labio luteo integro aut trilobo, disco maculis purpureis consparso, coeterum ut in parentibus. Legi in monte Terminillo; pascuis montanis 1000-1600 m. (giugno 1906).

***

Una forma, se non nuova, almeno molto interessante per la confusione che a suo riguardo regna specialmente fra gli autori moderni è l'*Ophrys exaltata* di Tenore. Io ho avuto occasione di raccogliere questa pianta nella macchia di Marino ed alla pineta di Maccarese, ove è abbondante e da principio credetti che si trattasse di una forma ibrida, ma le esperienze culturali (poichè la coltivai per tre anni consecutivi nel giardino del R. Istituto Botanico) mi dimostrarono — ponendo in rilievo la assoluta costanza dei caratteri — che si trattava di una buona forma autonoma.

Tenore (3) così descrive questa pianta:

« *Caule folioso, labello villoso obovato convexo apice integro ap-*
« *pendiculato, ad basin bilobo, lobis prominulis, margine undulato-crispo*

(1) *Rèch. sur qq. Orch. env. Toulon*, p. 19 (1859).

(2) *Icon. Orch. env. Nice*, p. 66 pl. 54-55.

(3) *Ad catalogum plantarum horti regii neapolitani anno 1813 editum appendix prima. Editio altera.* Neapoli 1819 p. 83.

« *disco fusco lineis glaberrimis inscripto, petalis tribus exterioribus* « *oblongo-linearibus obtusis, binis interioribus dimidio brevioribus, un-* « *dulato-crispis pallide luteis, bracteis germine longioribus* ».

Habitat cum praecedente in nemoribus Silae Calabriae Ulterioris, in montibus Nebrodensibus Siciliae. Floret Martio. Perennis.

Nell'anno seguente Mauri (1), senza sapere della descrizione tenoreana, descriveva così questa pianta col nome di *Ophrys crabronifera*:

Ophrys crabronifera Nob. Rom. Pl. (cent. XXIII pro errore) XIII. tab. 2. fig. 1).

Labio indiviso, rotundato, convexo, villoso, apice retuso, appendicula lanceolata sursum versa interjecta; dorso macula glabra, reniformi transversa.

Nella macchia di Marino presso la Cappella.

Perenn. Floret Aprili ad finem.

Bulbi subrotundi. Caulis pedalis, foliosus. Folia ovato lanceolata striata, viridi cinerascentia. Bracteae foliaceae germinis longitudine. Flores 2-3 in spica laxiuscula. Petala rosea, patentia lanceolata, duo interiora duplo breviora margine undulata. Labium pullum, villosum, convexum, late obovatum, rotundatum: labii dorsum circa ortum magis villosum, in centro macula glabra, pallidiore, reniformi medio attenuata transversali notatum: labii latera deflexa, margine obscure angulata, utrumque notatum macula minuta, pallidiore, glabra, triangulari, aetate evanida, labii apex levissime retusus cuspide flavescenti, sursum versa terminatus. Columna rostrata, labio duplo breviore flavescente dorso sordide virenti.

Anche il Bertoloni (2) dà una buona descrizione di questa specie di cui ebbe esemplari dal Mauri e da Tenore ed osserva:

« *Species a Lindleyo et a Reichembachio patre perperam con-* « *fusa cum aliis diversisque speciebus sub Ophryde fuciflora Orchid.* « *pl.* p. 376 et *sub Ophryde oestrifera Fl. exc.* I p. 128 n. 867 ».

Todaro invece (3) include l'*Ophrys exaltata*, nella sua *Arachnithes fuciflora* come *var. exaltata* ma, bisogna pensare che in questa specie di Todaro erano confuse con l'*O. aranifera* anche alcune forme dell'*O. arachnites* Willd.

Parlatore (4) ritiene l' *O. exaltata* Ten. come specie autonoma, di cui cita le località romane di Mauri, Sanguinetti e del Rolli ed

(1) *Romanarum, plantarum centuria decimatertia auctore* Ernesto Mauri Romae MDCCCXX tav. II pag. 42.

(2) *Fl. it.* IX, p. 588.

(3) *Orch. sic.*, p. 75.

(4) *Fl. it.*, III, p. 534.

osserva (1): « Si distingue facilmente dall'*Ophrys aranifera* per i « fiori molto più grandi, per la forma diversa delle foglioline in- « terne, più larghe alla base e piane nel margine, non lineari con « il margine increspato, per la forma del labello, per le sue mac- « chie non unite in vario modo, per l'appendice che è nella smar- « ginatura, oltre di avere le due gobbosità molto manifeste ». Questa ultima parte dell'osservazione di Parlatore non è esatta, perchè come vedremo appresso le gobbe del labello sono variamente sviluppate e non possono costituire un buon carattere differenziale.

Arcangeli (2) tiene ben distinta l'*O. exaltata* dalle altre, inscrivendola però fra l'*O. aranifera* Huds. e l'*O. lunulata* Parl.

Camus (3) accettando l'opinione di Todaro riferisce l'*O. exaltata* Ten. come varietà all'*O. aranifera*. Ma questo collocamento non è giustificabile per le grandi differenze che intercedono fra le due specie.

Del pari non è accettabile la veduta di Kraenzlin (4) il quale fonde addirittura l'*Ophrys exaltata* Ten. con l'*O. arachnites* Lam., la quale pur avvicinandosi molto alla specie di cui ci occupiamo, molto ne differisce specialmente per l'aspetto del labello, per la forma dei tepali laterali interni, e per la grandezza dei fiori.

Fiori e Paoletti (5) registrano questa *Ophrys* come una sottospecie dell'*O. arachnites* Lam. esprimendo il dubbio che si tratti di forma ibrida.

Io, pel diligente esame fatto su numeroso materiale fresco, sono convinto che si tratti di una ottima specie e che sistematicamente potrebbe collocarsi fra l'*O. aranifera* Huds. e l'*O. arachnites* Lam.; fra le quali sembra costituire una forma intermedia, da tenersi però ben distinta e caratterizzata da ogni altra come ben risulta dalla descrizione seguente:

Ophrys exaltata Ten. *ad. cat. pl. h. r. neapolitani appendix prima* 1819, p. 83 — Bert. *Fl. it.*, IX, p. 588 — Parl. *Fl. it.*, III, p. 534 — Arc. *Comp. Fl. it.*, 2ª ed., p. 171.

O. crabronifera Mauri *Rom. Pl. cent.* XIII (1820) p. 42, tab. II.

O. arachnites Lamk. p. p. Kraenzlin *Orch. gen. et. sp.*, I, p. 100.

O. arachnites Lamk. var. *exaltata* Ten. — Fiori e Paol. *Fl. anal. it.*, I, p. 235.

(1) *Loc. cit.*, p. 536.
(2) *Comp. Fl. it.*, 2ª ed., p. 171.
(3) *Mon. Orch. de France* (ext. du Journ. de Bot., vol. VI-VII-VIII), p. 85.
(4) *Orch. gen. et sp.*, I, p. 100.
(5) *Fl. anal. it.*, I, p. 235.

O. aranifera Huds. v. *exaltata* Cam. *Mon. Orch. fr.* (estr. Journ. Bot. vol. VI, VII, VIII), p. 85.

Arachnites fuciflora Tod. β. *exaltata* — Tod. *Orch. Sic.* p. 75.

Tuberi ovoidei allungati; caule eretto 4-5 dcm. robusto, con fg. basilari lanceolate acuminate di color verde cenere. Fiori grandi (fra i più grandi del genere) in spiga lassa pauciflora; tepali esterni ovato-lanceolati con i margini reflessi roseo-chiari o bianchi con una nervatura verde ben marcata: gli interni uguali alla metà circa degli esterni, ottusi, vellutati rosei o biancastri; labello grande, vellutato espanso, convesso, con i bordi per lo più cinti da un largo margine glabro di aspetto membranoso verdastro o giallastro, di color bruno nel disco, con macchie lucide a forma di punteggiatura o di piccole linee o di lettera H, con gobbe laterali basali più o meno pronunciate, talora del tutto mancanti; intiero, bilobo o trilobo con una grossa appendice triangolare acuta od ottusa al suo apice, rivolta in alto. Ginostemio con becco corto per lo più acuto. Brattee ampie d'aspetto fogliaceo nei fiori inferiori, lunghe circa il doppio dell'ovario, nei superiori ad esso uguali.

Fiorisce nel mese d'aprile.

Herb. romano: Macchia a Marino 24 aprile 1820 (Mauri *sub O. crabonifera*); S. Polo $\frac{5}{1832}$ (Sanguinetti); Macchia di Marino 29 aprile 1857. (Rolli); Maccarese poco dopo la torre verso il mare 25 aprile e 5 maggio 1863 (Rolli *sub O. scolopax*).

Nella collezione in formalina conservo esemplari da me raccolti: alla Macchia di Marino presso la Cappelletta (V. 1900) ed a Maccarese nella pineta (aprile 1900-1904-1905).

Si tratta quindi di una specie straordinariamente sporadica, perchè fino ad ora segnalata solo per la nostra regione per tre differenti località fra di loro molto distanti quali sono la macchia di Marino, S. Polo de' Cavalieri sopra a Tivoli e la pineta di Maccarese. Forse è specie meridionale, perchè Tenore e Todaro la dicono relativamente abbondante in alcune località del Napoletano, della Calabria e della Sicilia e le località della nostra provincia fino ad oggi sono forse da considerarsi come limite settentrionale della sua diffusione.

Dal R. Istituto Botanico di Roma, novembre 1906.

Studî critici sulle Orchidacee romane

del Dott. F. Cortesi (1)

V. — Le specie del gen. OPHRYS.

(Tav. VI).

1. — Notizie critiche e bibliografiche sul genere.

Le **Ophrys** costituiscono un genere di Orchidacee prevalentemente mediterraneo, perchè di quindici specie conosciute — tante almeno ne registra il Kraenzlin nel suo lavoro monografico che è il più recente (2) — oltre due terzi sono distribuite nel bacino mediterraneo. Da quanto ho potuto convincermi dalla diretta osservazione in natura su una massa ingente di materiale fresco nelle *Ophrys* generalmente evvi un notevole polimorfismo ed una grande variabilità: talune presentano variazioni tali da giustificare l'iscrizione delle forme — prese e considerate singolarmente — in specie differenti, ma queste differenze apparentemente profonde scompaiono quando si abbia cura di rintracciare le forme intermedie, che generalmente non mancano mai.

Però assai penose e difficili riescono le ricerche in proposito anzitutto dal punto di vista bibliografico, perchè molti autori hanno voluto fare specie autonome delle singole forme individualmente considerate e poi perchè poco o niun valore per lo studio critico di queste forme, offre il materiale d'erbario che con lo schiacciamento deturpa i fiori carnosi, altera la forma dei labelli e delle loro appendici e con l'essiccamento cancella le sfumature dei colori ed i disegni del labello a cui si è voluto dare soverchia importanza. Che questi disegni poco o niun valore abbiano per la sistematica è dimostrato dal fatto che spesso i fiori di una medesima spiga

(1) Questa ultima parte degli studi critici doveva essere preceduta da un breve studio di critica sistematica sui concetti di specie, varietà ecc..., ma tale lavoro non essendo ancor pronto vedrà la luce in seguito e potrà servire da epilogo alle mie osservazioni critiche.

(2) *Orch. gen. et sp.*, I, p. 91.

fiorale presentano dei disegni differenti e coltivando, come io ho fatto per parecchi anni consecutivi, determinate forme, ogni anno si osservano cambiamenti notevoli nei disegni e nelle macchie del labello. Un altro fatto che complica molto lo studio delle *Ophrys* è la straordinaria facilità con la quale le differenti forme, che vivono per lo più promiscuamente nelle stesse stazioni, si ibridano fra di loro e questi ibridi — tutti fecondi — si incrociano alla lor volta con altre forme, cosicchè l'osservatore si trova spesso innanzi a delle forme cui non sa esattamente quale valore attribuire e quale posizione sistematica assegnare. In siffatto studio l'anatomia, che da molti si applica con profitto per risolvere questioni sistematiche, non ci rende alcun servigio, perchè ho anch'io tentato di istituire delle ricerche di anatomia sistematica sulle Orchidacee nostrali, senza raggiungere alcun risultato positivo (1). Questo ci è spiegato in parte dal fatto che per quanto variino le stazioni delle singole specie in rapporto all'ubicazione: sabbie marittime, campi, prati, boschi, colli, monti, pure il comportamento biologico di queste piante rispetto all'ambiente è sempre il medesimo, poichè in qualunque stazione si trovino le specie tuberose, cui appartengono la maggior parte delle Orchidacee nostrali ed anche le *Ophrys*, richieggono nel terreno la presenza di una certa quantità di *humus*, necessaria alla vita del fungo che albergano nelle loro radici e che forma la micorriza. Quindi le osservazioni che qui pubblico sono ben lungi dall'esser definitive e debbono considerarsi solo come una contribuzione allo studio critico del gen. *Ophrys*, perchè sono ben lungi dall'aver trovato il *filum ariadnaeum* che deve guidarci nell'intricato labirinto dei rapporti che intercedono fra le numerose forme di questo gruppo.

Tournefort (2) ascrisse le *Ophrys* od almeno le forme allora conosciute di esse alle *Orchis*. Linneo fu pel primo l'istitutore del

(1) I generi da me esaminati furono: *Orchis*, *Ophrys*, *Serapias*, *Aceras*, *Neotinea*, *Cephalanthera* ed *Epipactis*. Potei solo osservare la netta differenza di struttura che intercede fra i generi tuberosi e quelli rizomatosi, differenza, caratterizzata dal grande sviluppo in questi ultimi di guaine sclerose accompagnanti i fasci vascolari, mentre nelle forme tuberose riscontriamo, specialmente nelle foglie, abbondanti elementi collenchimatici che ci spiegano la molle flessibilità di questi organi. La differenza di struttura sta in rapporto certo con i differenti bisogni d'acqua che hanno i due diversi gruppi e con le differenze biologiche che questi presentano. Il sistema vegetativo delle specie tuberose non solo è uniforme per tutte le specie di uno stesso genere, ma anche per i diversi generi da me esaminati. Non ho creduto di pubblicare in lavoro separato queste notizie, trattandosi di ricerche con esito puramente negativo.

(2) *Inst.*, 2 tab. 247, fig. C. D.

gen. *Ophrys* (1) cui egli ascrisse però anche quelle forme che attualmente sono comprese sotto i generi: *Neottia*, *Corallorhiza*. *Spiranthes*, *Listera*, *Liparis*, *Malaxis*, *Herminium*, *Aceras* etc... Il gen. *Ophrys*, inteso nel senso linneano quindi è una specie di magazzino, dal quale solo più tardi Swartz (2) trasse e costituì in gruppo autonomo le *Ophrys* propriamente dette. Le *Ophrys* nostrali, Linneo (3) comprendeva in una sola specie: *Ophrys insectifera*, *bulbis subrotundis*, *caule folioso*, *nectarii labio subquinquelobo* e in essa iscriveva ben undici varietà le quali corrispondono ad altrettante specie, almeno così come sono attualmente considerate. Il concetto linneano che aveva ispirato la riunione di queste forme sotto un medesimo gruppo specifico era ben profondo, poichè Linneo, nell'acutezza delle sue osservazioni, si era ben accorto che si trattava di forme difficilmente limitabili e separabili, tant'è vero che egli scriveva la seguente nota (4) « *Va-* « *rietates Myodes* α *et Arachnites* γ *fugitivis oculis inspicienti diver-* « *sissimae adparent, qui vero has confert cum congeneribus omnesque va-* « *rietas simul inspicit, primam originem ex una facile perspiciat nec* « *limitantes distinguendas obtinebit quamvis constantes persistant* ». Lo Schmidt nella sua *Flora Boëmica* (5) istituì per le *Ophrys* il gen. *Arachnites* e questo ordinamento fu imitato dal Todaro nelle sue *Orchidee sicule*.

Parlatore (6) divide le *Ophrys* in cinque gruppi:

I. — *Araniferae.*
II. — *Apiferae.*
III. — *Speculiferae.*
IV. — *Tenthrediniferae.*
V. — *Musciferae.*

Divisione la quale viene anche seguita da Barla (7) nella sua ottima iconografia. Arcangeli (8) invece scinde il genere in due gruppi caratterizzati rispettivamente dalla presenza ed assenza delle gibbosità alla base del labello. Ma il prendere per base questo carattere costituisce un errore perchè, come vedremo nell'esame critico delle singole specie, vi sono forme appartenenti alla stessa entità specifica

(1) *Gen. pl.*, ed. 2, Parigi 1743, p. 333, et *Sp. pl.*, ed. I, (1753), II, p. 945.
(2) *Act. holm.* anno 1800, p. 222.
(3) *Sp. pl.*, ed. I, (1753), II, p. 948.
(4) *Loc. cit.* p. 949.
(5) *Fl. Boëm.* I p. 74.
(6) *Fl. it.* III p. 529 e seg.
(7) *Icon. Orch. env. de Nice* p. 64 e seg.
(8) *Comp. fl. it.* ed. I p. 660 ed. II p. 171

provviste di gobbe, mentre altre ne sono prive e per questo solo fatto dovrebbero assegnarsi a due gruppi differenti. Anche Fiori e Paoletti (1) accettano questo carattere per la costituzione delle due sezioni: *Araniferae* e *Musciferae*, carattere sussidiato anche da quelli che può fornire la forma del labello, anch'essa a sua volta abbastanza variabile. Kraenzlin (2) invece segue la stessa distribuzione dei gruppi proposta dal Reichembach (3) che divideva il genere nelle cinque tribù seguenti:

I. — **Musciferae**, *labellum trilobum fere omnino explanatum margine vix replicatum apiculo nullo, petala plerumque glabra.*

II. — **Fuciflorae** seu **Arachnitiformes**, *labellum basi utrinque bigibbosum subsimplex vix convexum petala velutina* (questa sezione corrisponde alle *Tenthrediniferae* di Parlatore).

III. — **Araniferae**, *labelli margines replicati, lobi laterales (si adsunt) post intermedium reflexi.*

IV. — **Bombiliflorae**, *labellum abbreviatum trilobum basi bigibbosum, lobi laterales post intermedium reflexi gibbere in apice cornicula duo pone basin: species parviflora.*

V. — **Apiferae**, *labellum abbreviatum margine reflexum, petala plerumque abbreviata.*

Lo Schulze (4) invece — pure basandosi sopra i caratteri del labello — divide le *Ophrys* in quattro soli gruppi: *Musciferae*, *Fuciflorae*, *Araniferae* ed *Apiferae*, poichè nella flora delle regioni da lui studiate manca l'*Ophrys tenthredinifera* e le forme ad essa affini che sono esclusivamente mediterranee.

Ciò premesso ecco le caratteristiche del gen. *Ophrys*, del quale poi passeremo ad esaminare partitamente le forme dell'*Ophrys aranifera*, che a nostro giudizio è la specie più polimorfa e variabile del gruppo.

Gen. Ophrys L. *Gen. pl.* 1011 p. p.

Swartz *Act. Holm.* 1800 p. 222. Bent. et Hook. *Gen. Pl.* III 621.
Parl. *Fl. it.* III p. 529.

Arachnites — Schmidt *Fl. Boëm.* I p. 74 p. p.
Myodium — Salisb. Transact. Hort. Soc. I p. 289.

(1) *Fl. anal. d'It.* I p. 233.
(2) *Orch. gen. et sp.* I p. 91.
(3) *Fl. Germ.* XIII-XIV.
(4) *Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch — Oesterreichs und der Schweiz.* p. 13.

Perianzio a divisioni libere, le esterne più grandi quasi uguali fra di loro, le interne più corte, più o meno erette. Labello privo di sprone, intiero, bilobo o trilobo, talora munito di due gibbosità laterali, carnoso. Ginostemio spesso munito di una appendice a forma di becco di varia lunghezza. Stimma assai grande. Masse polliniche con caudicoli muniti di glandole distinte racchiuse in *borsicule separate*. Ovario non contorto. Tuberi intieri.

2 — Le forme dell'Ophrys aranifera Huds, sensu latissimo.

Intendo includere nell'*Ophrys aranifera* considerata in senso latissimo tutte le forme di *Ophrys* a fiori bruni, muniti di macchie lucide sul labello, con i tepali esterni generalmente verdastri e col ginostemio munito di un breve becco acuto.

Abbiamo già precedentemente veduto come Linneo comprendesse tutte le *Ophrys* vere a lui note nella sua *Ophrys insectifera*, distinguendole come varietà della medesima specie nella quale riconosceva un grande polimorfismo ed una grande difficoltà di limitazione fra le diverse forme. Hudson nella 1ª edizione della *Flora anglica* (1) aveva formato di questa specie una var. β dell'*O. apifera*. Miller nel suo Dizionario (2) aveva chiamato tale pianta col nome di *O. sphegodes*, nome come vedremo appresso usato anche dal nostro Maratti.

La totalità degli autori da me riscontrati: Parlatore, Barla, ecc.... riferiscono all'*Ophrys aranifera* di Huds, la var. δ di Linneo: *Orchis muscam majorem repraesentans* Breyn. Morison *hist. pl.* III. Essendomi presa la cura di riscontrare questo fatto mi sono potuto persuadere che tanto la figura e la descrizione di Breyn (3), quanto quella del Morison (4) si riferiscono senza dubbio alla *Ophrys Speculum* di Link. e per la forma del labello irto di peli alla sua periferia e per l'aspetto filiforme dei suoi tepali laterali interni e pel disco del labello completamente glabro e d'un bel colore violaceo splendente.

Evidentemente si tratta di un errore d'interpretazione compiuto da un primo autore e poi trasmesso per fedele trascrizione in tutti gli autori posteriori.

L'*Ophrys aranifera* di Hudson corrisponde invece perfettamente alla var. ϑ di Linneo (5): *Orchis fucum referens, colore rubiginoso*

(1) *Fl. Angl.* ed. I. (1762) p. 340.

(2) *Dict.* ed. 8. n. 8 (1768).

(3) *Exoticarum plantarum centuria prima.* Gedani Rheticum 1672 t. I. tab. 44 et t. II, p. 100.

(4) *Historia plantarum universalis,* vol. III p. 494, sect. 12, t. 13, fig. 11.

(5) *Sp. pl.*, ed. I, p. 949.

Bauhin *Pin.* Vaill. *Par.* Poichè infatti la descrizione di Bauhin (1) e le splendide figure del Vaillant (2) dimostrano esaurientemente che si tratta appunto della specie di cui noi ci occupiamo.

Quindi per l'avvenire occorre rifiutare come sinonimo dell'*O. aranifera* la var. δ. di Linneo ed il relativo sinonimo di Breyn ed accettare invece la var. ε del medesimo autore col nome del Bauhin e del Vaillant.

Il Maratti nella sua *Flora romana postuma* considera anche egli (seguendo l'esempio linneano) tutte le *Ophrys* come varietà dell'*Ophrys insectifera* e le distingue in numero di otto con le diverse lettere dell'alfabeto: di esse la var. e: *Orchis (adhracnites) araneum referens*, sembra dover essere la nostra *O. aranifera* od almeno una delle sue forme. Egli descrive poi una varietà come nuova, caratterizzandola così:

« *Orchis (nigerrima) sphegodes floribus nigerrimis rutilantibus* (3) — *Ad Theathrum Flavium vulgo Colosseo inveni anno 1769: ad palmos duos vel tres scapus elongatur, flores in summitate disgregatim vegetant et vespam aut fucum nigerrimum exprimunt* ».

Tale descrizione mi sembra corrispondere all'*Ophrys atrata* Lindl. che noi consideriamo come specie distinta, per quanto molti autori ne facciano una semplice varietà.

Sebastiani e Mauri (4) riconoscono un certo polimorfismo nell'*O. aranifera* poichè nella descrizione riconoscono che le gobbe laterali del labello possono essere sviluppate o pur no e può mancare un'appendice di esso. Ed in nota osservano « *Ophrys cracigera* Jacq. *icon.* « *rar.* I, t. 86, coll. 1, p. 60 *a Willdenowio uti romani agri indigena re-* « *censita, species apud Botanicos adhuc dubia, forte lusus est O. arani-* « *ferae, lineis glabris crucis figuram quodammodo mentientibus. Nullam* « *vere crucem in labello gerentem nobis interea fatendum* ».

Sanguinetti (5) include nell'*O. aranifera* come varietà anche l'*O. atrata* e nella descrizione della specie osserva: « *labello* . . . . . « *postice protuberantiis acutis quandoque obsoletis munito* ».

Bertoloni (6) descrive così il labello di questa specie: « *Labium con-* « *vexum basi utrinque instructum colliculo conico vix sensibili interdum* « *deficiente, bilobum, vel quadrilobum, muticum aut cum appendicula*

(1) *Pinax*, p. 83.
(2) *Bot. parisiense*, t. XXXI, fig. 15-16-16*a*.
(3) *Fl. rom. post.* II, p. 304-305.
(4) *Fl. rom. prodr.* p. 310.
(5) *Fl. rom. prodr. alt.* p. 731.
(6) *Fl. ital.* IX, p. 587.

« *vix rudimentali, supra holosericeum fuscum aut fusce virens varie ma-*
« *culatum plerumque teniolis pectoralibus duabus elongatis etc.* . . . . . »
e ne ammette due varietà:

var. β. *labio holosericeo atropurpureo taeniolis pectoralibus liberis* = *O. aranifera c. atrata Rchb. fil. et O. atrata* Lindl.

var. γ. *sepalis externis roseis, appendicula labii brevissima* = *O. exaltata Guss. non Ten.*

« *Var.* β. *differt labio villosiore, atropurpureo, maculis taeniolari-*
« *bus duabus quatuor, liberis neque per taeniolam transversam conjun-*
« *ctis. Caetera omnino ut in typo speciei. Var.* γ *vix differt a speciei se-*
« *palis externis albidis vel roseis, nervis viridibus, internis circiter di-*
« *midio brevioribus, labio paulo longiore, convexo taeniolis pectoralibus*
« *subparallelis, lobo medio emarginato, appendicula interjecta brevissima*
« *colliculis baseos evidentioribus. Labium paulo longius non praebet*
« *characterem tutissimum cum viderim ita longum etiam in typo spe-*
« *ciei* ». La var. γ. di Bertoloni può forse ravvicinarsi a quella forma ibrida da me descritta sotto il nome di *Ophrys Grampinî* (*O. aranifera* × *tenthredinifera*): (1) giustificano questa mia opinione la colorazione dei tepali esterni, la presenza in essi di nervature verdastre, la maggior lunghezza del labello e l'appendice che si trova alla smarginatura del suo lobo medio. Bertoloni riferisce alla sua *O. aranifera* il sinonimo e le figure del *Botanicon Parisiense* di Vaillant, ma non fa parola del nome linneano.

Parlatore osservando il grande polimorfismo dell'*Ophrys aranifera* così si esprime (2) « Questa specie varia molto non solo per le cose
« sopra dette, ma ancora pel colore delle lacinie del perigonio, per la
« grandezza e la forma del labello, per la forma delle sue macchie,
« per la presenza o mancanza del dente nella smarginatura e per l'apice
« del ginostemio, ora più ottuso, ora più acuto. Così si vedono le foglio-
« line esterne di color bianco o bianco roseo con una linea verde lon-
« gitudinale, le interne sfumate di violetto, di verde, ora più lunghe,
« ora corte, ora più strette, ora più larghe verso la base. Il labello
« ora è trilobo, ora intero, più grande o più piccolo, ovato o obovato,
« più vellutato o più liscio, con le macchie ora unite con due linee
« traverse, ora staccate fra loro ed alla base, in modo da formare due
« macchiette allungate o parallele nel mezzo del labello, ora unite in-
« sieme e larghe da formare una macchia grande e quasi quadra; le
« protuberanze laterali ora sono più grandi, ora più piccole e quasi

(1) Cortesi. — *Una nuova Ophrys ibrida:* × *O. Grampini.* Ann. Bot. Vol. I p. 359.

(2) *Fl. it.* vol. III, p. 532.

« nulle, tutte vellutate o lisce in dentro ed ivi con una linea gialla « che va sino alla base del labello: la smarginatura di questo ora è « senza dente ora con un dente piccolo e talvolta quasi in forma d'ap- « pendice: l'apice del ginostemio ora cortissimo ed ottuso, ora meno « corto e con una punta quasi acuta. Tali ed altre sono le varietà che « questa specie presenta, nè io saprei qui tutte descriverle, per le « quali cose, variabilissime nei diversi individui, non è possibile di « fare di questi caratteri non solo delle specie distinte, come alcuni « botanici han fatto, ma nemmeno delle forme ».

Riguardo all'*Ophrys atrata* Lindl. da lui considerata come specie distinta, lo stesso Parlatore osserva: (1) «... Mi pare che sia una specie « distinta dalla *Ophrys aranifera* alla quale è certamente affine: ciò « non ostante essa merita di esser studiata sopra molte piante vive « per vedere sia essa se una delle tante forme o varietà dell'*Ophrys* « anzidetta ».

Todaro (2) preferisce al nome generico di *Ophrys* quello di *Arachnites* dello Schmidt (3) e nella sua *Arachnites fuciflora* forse ha confuso con l'*Ophrys aranifera* di Hudson, anche alcune forme dell'*Ophrys arachnites* come sembra dalla citazione di alcuni sinonimi e registra come sottospecie o varietà le forme seguenti:

β. *exaltata.* — *Perigoni laciniis exterioribus binis interioribus duplo longioribus puberulis.*

γ. *panormitana.* — *Labello ovato, subelongato trilobo, lobis lateralibus dependentibus basi gibbere conico instructis* tab. I, fig. 1 e 2.

δ. *ambigua.* — *Labello ovato bilobo, disco glabro limbo piloso revoluto cincto, gibba conica utrinque instructo.*

La prima forma è l'*Ophrys exaltata* di Tenore (4) mentre le altre due sono probabilmente delle forme dell'*Ophrys aranifera.*

Barla (5) nell'*Ophrys aranifera* considera invece le seguenti sottospecie ed una forma ibrida:

a. *viridiflora* Barla.
b. *pseudo-speculum* DC.
c. *subfucifera* Reich.
d. *quadriloba* Reich.
e. *atrata* Reich.
f. *niceensis* Barla *var. specularia.*

(1) *Loc. cit*, p. 534.
(2) *Orch. sic.*, p. 70.
(3) *Fl. Boëm*, I, p. 74 (1793).
(4) *Cat. pl. h. r. neap. app. alt.* p. 83. *et Fl. neap.* II p. 303.
(5) *Ic. Orch. env. de Nice*, p. 64 et seg.

O. aranifero × *Bertoloni* Barla e Sarato.

Di queste forme egli dà ottime illustrazioni: la var. *niceensis* non è stata — ch'io sappia — mai ritrovata nel dominio floristico della regione romana e mi sembra che più che all'*O. aranifera* molto si avvicini all'*O. arachnites;* la var. *quadriloba* di Reichembach molto probabilmente — secondo anche l'opinione di Camus (1) — è un ibrido fra l'*O. aranifera* e l'*O. lutea.*

Il Boissier (2) considera l'*O. atrata* Lindl. come specie autonoma dall'*O. aranifera* Huds. aggiungendo la seguente osservazione:

« *Eam cl. Rchb. fil. ut varietatem O. araniferae habet a qua tamen* « *vexillo multo majore et magis elongato saepissime apiculato aliter* « *picto longius velutino basi multo crassius gibboso specifice distincta* « *videtur. O. mammosa est forma labello brevius velutino* ».

Lo Schulze (3) riferisce alla specie di cui ci occupiamo le seguenti forme ed ibridi:

1. *genuina* Rchb. fil.
2. *fucifera* Rchb. fil.
3. *virescens* Moggr.
4. *rotulata* Beck.
5. *elongata* Moggr.
6. *fissa* Moggr.
7. *pseudo-speculum* Rchb. fil.
8. *atrata* Gren.
9. *araneola* Rchb. fil.

O. aranifera × *fuciflora.*
O. aranifera × *muscifera.*
O. hybrida Pokorny.
O. apicula O. Schmidt.
O. Reichembachiana M. Sch.

Di queste forme però mancando una buona illustrazione alcune di esse risaltano poco chiaramente nei loro caratteri differenziali e forse talune sono prodotto di mostruosità o sono ibridi o meticci di difficile diagnosticazione.

Il Camus nella sua *Monografia* (4) all'O. aranifera riferisce:

var. *viridiflora* Barla.
var. *subfucifera* Reich. fil.

(1) *Mon. Orch. Fr.* in Journ. Bot. VII, p. 113.
(2) *Fl. Orient.* V, p. 77.
(3) *Op. cit.*
(4) *Op. cit. in loc. cit.*, p. 112 e segg.

var. *quadriloba* Reich. fil.

var. *exaltata* Tod. cui riferisce anche il nome di Ten. di *Ophrys exaltata* e che noi crediamo debba esser tenuta come specie ben distinta.

var. *specularia* Reich.

Come razza poi registra l'*O. atrata* Lindl.; come specie autonoma: l'*O. pseudo-speculum* Coss. di cui registra anche la var. *virescens* Gren., l'*O. arachnitiformis* di Grenier et Philippe (che in parte corrisponde alla var. *niceensis* di Barla) e che si presenta sotto tre forme: α. *cornuta* Gren.; β. *mammosa* Gren.; γ. *explanata* Gren. specie che egli ritiene ben differente dall'*O. arachnites* cui invece, a giudicare dalle figure di Barla, io sarei molto propenso ad avvicinarla. Inoltre nella sua opera si trovano descritti i seguenti ibridi nei quali l'*O. aranifera* ha funzione di maschio o meglio presenta caratteri prevalenti.

× *O. Jeauperti* G. Cam. = *O. aranifera* × *pseudospeculum.*
× *O. Todaroana* Macch. = *O. aranifera* × *atrata.*
× *O. Saratoi* G. Cam. = *O. aranifera* × *Bertoloni.*
× *O. pseudofusca* Albert et G. Cam. = *O. aranifera* × *fusca.*
× *O. Aschersoni* De Nant. = *O. aranifera* × *arachnites.*

Arcangeli (1) si basa sulla presenza od assenza nel labello delle gobbe basilari per dividere le *Ophrys* in due sezioni, il che come ho già detto non mi sembra esatto. Egli poi considera l'*O. atrata* Lindl. come varietà dell'*O. aranifera* Huds.

Fiori e Paoletti (2) nell'*O. aranifera* iscrivono:

α. *typica* (*cum b. Pseudospeculum* DC.).
β. *Tommasini* Vis.
γ. *lunulata* Parl.
δ. *quadriloba* Rchb.
ε. *fucifera* (Sm.) Rchb. (*cum b. viridiflora* Barla et c. *subfucifera* Rchb.).
ζ. *atrata* Lindl. non L.
η. *Morisii* Martelli.
θ. *Specularia* Rchb.

O. aranifero × *Bertoloni* Barla.
O. aranifero × *Speculum* Macchiati.

L'*O. Tommasini* di Visiani è forse una forma ibrida, come forme ibride riferibili forse all'*O. arachnites* debbono essere le var. *Morisii* e *Specularia*.

(1) *Comp. fl. it.*, 2ª ed. p. 171.
(2) *Fl. anal. It.*, I, p. 233.

Kraenzlin (1) divide l'*Ophrys aranifera* in due sottospecie con le seguenti forme.

A. **araniferae.** — *Labello basi egibboso.*

α. *genuina.*
β. *lunulata.*
γ. *quadriloba?*
δ. *aureola.*

B. **fuciferae.** — *Labello basi bigibboso.*

ε. *mammosa.*
ξ. *fucifera* seu *pseudospeculum.*
η. *atrata.*

Egli non condivide l'opinione di Parlatore di tener separata l'*O. atrata* dall'*O. aranifera*, e ritiene la prima una forma meridionale (od almeno più frequente nel mezzogiorno) della seconda.

De Halàcsy nel suo *Conspectus Florae Graecae* (2) accetta l'*O. aranifera* Huds e l'*O. Mammosa* Desf.: per questa ultima osserva:

« *A praecedente* (O. aranifera) *labello majore, magis elongato, atro,* « *aliter picto, apiculato, basi gibbis longioribus crassioribusque in-* « *structo specifice incedit. — O. mammosa formam labello brevius ve-* « *lutino, O. atrata contra formam labellò longius velutino unius et* « *eiusdem speciei sistit* ».

*
* *

Come risulta dall'esame critico dei varî autori noi vediamo che regna una non dubbia confusione nella distribuzione sistematica delle forme dell'*Ophrys aranifera*, all'assettamento delle quali noi speriamo col presente lavoro di dare un certo contributo.

Ora passiamo ad esaminare il valore dei singoli caratteri su cui è basata l'*O. aranifera*, per vedere con l'aiuto dei confronti che possono istituirsi quale sia il limite da assegnarsi a questa specie in rapporto con le forme a lei vicine od affini.

Hudson nella III edizione della *Flora Anglica* (3) così descrive questa specie:

« N. 12 *Ophrys aranifera.*

Ophrys bulbo subrotundo, scapo folioso, nectarii labio subrotundo integro emarginato convexo.

(1) *Orch. gen. et sp.*, I, p. 104.
(2) *Consp. fl. graecae*, III vol., fasc. I (1904).
(3) *Fl. Angl.*, ed. III, London 1798, p. 392.

Orchis sive Testiculus sphaegodes hirsuto flore. B. *hist.* II. 767. R. *Syn.* 380.

Orchis fucum referens colore rubiginoso B. *pin.* 83. Vaill. *par.* t. 31 f. 15, 16.

Orchis araneam referens B. *pin.* 84 Vaill. *par.* 146. t. 30 f. 10.

Orchis sphegodes altera Park. 1351.

Testiculus vulpinus major sphegodes Ger. *em.* 212. *Anglis* « spider Ophrys ».

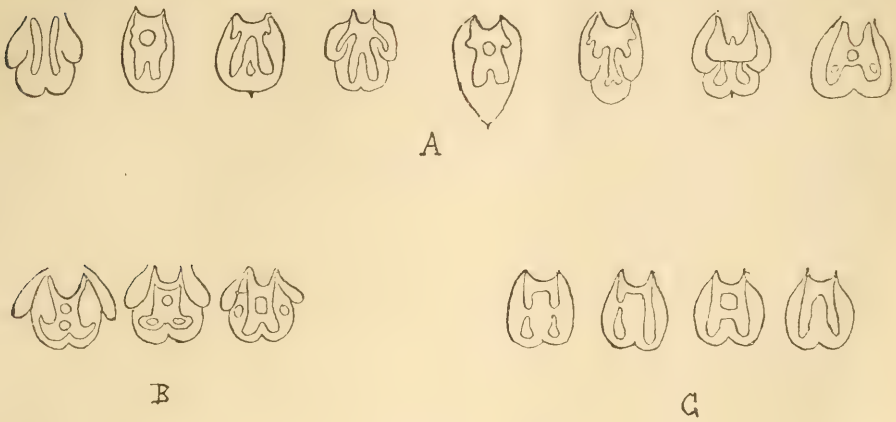
Habitat in pratis et pascuis cretaceis ♃, IV, V.

Obs. Corolla, petala quinque; tria exteriora oblonga, patentia, viridia; duo interiora, lateralia, linearia, herbacea, breviora. Nectarii labium magnum, subrotundum, integrum, emarginatum, convexum, coloratum, sericeum ad basin macula bilobata nitida, glabra, et utrinque maculae dente obtuso exerto: subtus concavo, supra atro purpureo, margine viride, infra herbaceo.

Da questa diagnosi e dalle osservazioni che l'accompagnano mi sembra risultare evidente che secondo Hudson si dovrebbero considerare come appartenenti all'*Ophrys aranifera* quelle forme di *Ophrys* con tepali verdi, labello subrotondo, smarginato munito di gobbe laterali mediocremente sviluppate. Dico *mediocremente*, perchè nella sua descrizione egli chiama le gobbe col nome di *dente*, il che non avrebbe probabilmente detto se si fosse trattato di gobbe così sviluppate, quali le osserviamo nell'*O. atrata* Lindl, ove assumono un aspetto ben differente da quello di un semplice dente. Quindi bisogna ammettere che nell'*O. aranifera* di Hudson rientri anche l'*O. Pseudospeculum* di Cosson (1) la quale può considerarsi come una semplice forma parviflora di quella specie. Del resto la grandezza dei fiori in questa specie è cosa altrettanto variabile come lo sviluppo delle gobbe del labello e la forma del labello stesso. Questo si può presentare: intiero, appena smarginato all'apice, o nettamente bilobo, oppure trilobo col lobo mediano intero o smarginato od anche quadrilobo per la profonda divisione del suo lobo mediano. Alla smarginatura può esservi o no un piccolo mucrone. E il suo aspetto può essere subrotondo od orbicolare, od ovoideo più o meno allungato, o quasi triangolare oppure trapezioidale espanso. Ho già detto che le macchie glabre del labello hanno forma variabilissima, uno sguardo gettato sulle figure della tavola che illustra questa nota basta per convincersene completamente. Il colore di queste macchie per lo più è bluastro violaceo, ma possono divenir brunastre o gialle quando il

(1) Cfr. Coss. *Not. pl. crit.*, p. 16 e Coss. et Germ. *Fl. env. Paris.*, ed. II, p. 685 (1861).

fiore dopo la fecondazione comincia ad appassire. Così varia con la epoca della fioritura il colore dei fiori, che per lo più è bruno oppure violaceo oscuro, quasi nero. La superficie del labello — eccettuate le macchie glabre — è vellutata in talune forme, irsuta in altre, come l'*O. mammosa* e l'*O. atrata* ove i peli raggiungono una considerevole lunghezza tanto da conferire un aspetto ispido alla superficie del labello. I margini sono sempre meno pelosi, talora per



A — Diverse forme di labello in fiori di *O. aranifera.*
B — Variazione nei disegni del labello in fiori di una stessa spiga (forma gibbosa).
C — Variazione nei disegni del labello in fiori di una stessa spiga (forma agibba); (figure schematizzate).

un certo tratto glabri del tutto ed allora assumono un aspetto cartilagineo o membranaceo e sono per lo più espansi. Anche variabile è la forma dei tepali esterni talora lineari lanceolati oppure ovato lanceolati con i margini reflessi od arrotolati e con nervature per lo più manifeste (talora è visibile solo la nervatura mediana): gli interni sono più brevi, ma variabili anch'essi, perchè alle volte non raggiungono in lunghezza la metà dei tepali esterni, altre volte la superano, sono vellutati con i margini ondulati, in alcune forme fortemente increspato-crenati, il loro colore è generalmente bruno-verdastro mentre quello degli esterni è verde più o meno chiaro, talora con sfumature brunastre. Abbastanza costante è la lunghezza delle brattee che nei fiori inferiori sono più lunghe dell'ovario, nei superiori uguali ad esso o poco più brevi; esse però non raggiungono mai una lunghezza doppia dell'ovario, come dice Parlatore (1): al-

(1) *L. cit.*, p. 532.

meno in tanto materiale fresco e secco da me studiato io non l'ho mai osservato. La statura della pianta è anche assai variabile: le piante a fiori piccoli sono le più basse, talora non superano 1 dcm. e giungiamo fino ad esemplari di altezza superiore ai 5 dcm. Il numero dei fiori è anch'esso vario: da 2 fino a 9 o 10 in una stessa spiga, che è sempre lassa.

Reichembach (1) ha descritto come varietà genuina dell'*Ophrys aranifera* una forma agibba, a giudicare dalle descrizioni e dalle figure degli autori: però questa denominazione non è esatta perchè è capace di generare confusione, poichè la var. *genuina* o tipica dell'*Ophrys aranifera* di Hudson dedotta dalla diagnosi di questo autore è una forma a fiori mediocri con due brevi gobbe alla base del labello (... et utrinque maculae dente obtuso exserto).

Ed ora ecco sistematicamente riassunte e descritte le forme dell'*Ophrys aranifera*.

17. **Ophrys aranifera** Huds. *Fl. angl.* ed. III, p. 392. — Seb. et Mauri *Fl. rom. prodr.*, p. 310. — Sang. *Fl. rom. prodr. alt.*, p. 734. — Bert. *Fl. it.* IX, p. 587 (excep. var.). — Parl. *Fl. it.* III, p. 532. Ces. Pass. Gib. *Comp. fl. it.*, p. 192. — Barla *Ic. Orch. env. de Nice*, p. 64 (excep. var. b. c. d. e. f.) — Arc. *Comp. fl. it.*, ed. 2, p. 171. — Camus *Mon. Orch. Fr.* in Journ. Bot. VII, p. 113. — Schulze *Orch.* in texto. — Kraenz. *Orch. gen. et sp.* I, p. 104. — Fiori e Paol. *Fl. Anal. it.* I, p. 233.

O. insectifera v. ♀ (non ♂ plerorumque auctorum). L. *Sp. pl.*, ed. I, p. 949, p. p. (1753).

O. apifera var. β Huds. *Fl. Angl.* ed. I (1762) p. 340.

O. arachnithes Savi *Fl. pis.*, II, p. 303.

O. insectifera e. — Maratti *Fl. rom. post.*, II, p. 304.

Arachnites fuciflora Tod. p. p. *Orch. sic.* p. 72 (excep. var. *exaltata*).

Icones: Vaill. *Bot. Par.* tab. XXXI fig. 15-16-16 *a* (non Morison *Cent.* tab. 44 et Breyn *Hist. pl.* III sect. 12 tab. 13 fig. 11) — Reich. f. Orch. taf. CCCCXLIX (*mediocris*). — Barla *Icon. Orch. env. Nice* pl. 51. — Schulze *Orch.* tab. 28. — Fiori Paol. *Icon.* I fig. 800

Pianta di statura variabile da 1-5 dcm: due tuberi ovoidi o subrotondi: foglie ovali-lanceolate od oblunghe, mucronulate, le inferiori curvate esternamente le superiori erette, guainanti. Brattee concave, lanceolate, acute o rotondate; le inferiori più lunghe dell'ovario, le superiori ad esso uguali o più brevi.

(1) *Orch*, p. 113, var. a, tab. 449.

Fiori in spiga assai lassa pauciflora da 2 ad 8 o più raramente da 10 a 12 di grandezza varia da cm. 1.5 a cm. 2.5 od anche 3. Divisioni esterne del perianzio erette, ovali-oblunghe o lineari, subottuse, concave, con i margini reflessi, trinervie, ma spesso col solo nervo mediano ben visibile di color verde o verde-giallastro, talora con sfumature brunastre: divisioni interne lineari lanceolate, con i margini ondulati od increspato-crenati di color bruno-verdastro vellutati, con un nervo mediano ben visibile, di lunghezza inferiore, uguale od alquanto superiore alla metà dei tepali esterni. Labello in lunghezza uguale o maggiore od alquanto minore dei tepali esterni, di forma variabile: rotondato, suborbicolare, ovato-allungato, trapezioidale od ovato triangolare, di color bruno intenso o bruno violaceo nella prima fioritura, bruno giallastro o verde-giallognolo dopo la fecondazione con macchie glabre lucide, di forma e di disegno assai variabili e bizzarre; vellutato sul disco, talora quasi irsuto, quasi o totalmente glabro sui margini spesso espansi e d'aspetto membranaceo: intero, bilobo, trilobo o quadrilobo, spesso con un piccolo dente o mucrone all'angolo della smarginatura: privo totalmente di gobbe o con gobbe

Diversi gradi di sviluppo delle gobbe del labello.
(Figura schematica).

manifestantesi come un piccolo dente, oppure mediocremente od anche ben sviluppate. Ginostemio verdastro con becco breve, acuto: ovario 6-costato leggermente contorto. Brattee uguali o più lunghe dell'ovario, lanceolato-acute, concave.

Vive nei luoghi erbosi dal mare ai colli e monti fino a 1000 m. circa. Fiorisce in marzo ed aprile nei luoghi bassi, in maggio ed anche ai primi di giugno nei luoghi elevati.

Nel suo polimorfismo che — come abbiam visto dalla precedente descrizione — è assai grande si possono distinguere due serie di forme parallele dedotte dall'esame delle variazioni del labello. Queste serie di forme in parte corrispondono alla divisione che ne fa Reichembach in *Araniferae* e *Fuciferae* per quanto non sia esatto chiamare — come egli fa — *Araniferae* le forme con labello privo di gobbe perchè l'*O. aranifera* tipica di Hudson di queste gobbe è munita, per quanto mediocremente sviluppate esse siano. Ben inteso che queste due serie di forme non sono nettamente separate fra di loro, ma collegate

per mezzo di forme intermedie, specialmente per ciò che riguarda lo sviluppo delle gobbe, per il quale noi troviamo tutti i gradi di passaggio. Secondo la mia opinione una classificazione naturale delle molteplici forme dell'*O. aranifera* basata sulle più importanti variazioni morfologiche dei suoi fiori è la seguente:

A) **Agibbe** - labello privo di gobbe basali.

Serie *a*. — Forme parviflore:

1) Labello intiero = *O. araneola* Rchb. fil.
2) » bilobo (v. tav. fig. *D*).
3) » trilobo (v. tav. fig. *C*).

Serie *b*. — Forme con fiori mediocri o grandi.

1) Labello intero = *O. aranifera genuina* Rchb. (v. tav. fig. *E*).
2) » bilobo (v. tav. fig. *F*).
3) » trilobo (v. tav. fig. *G*).

B) **Gibbose** - labello con gobbe più o meno manifeste.

Serie *a*. — Forme parviflore = *O. Pseudo-speculum* Coss. (v. tav. fig. *B*).

1) Labello intiero.
2) » bilobo.
3) » trilobo.

Serie *b*. — Forme con fiori mediocri o grandi = *O. aranifera typica* Huds. (v. tav. fig. *A*).

1) Labello intiero.
2) » bilobo.
3) » trilobo = *O. aranifera var. subfucifera* Rchb. fil.

Le forme gibbose con fiori grandi vellutati od irsuti di color bruno violaceo e con labello trilobo si collegano con l'*O. atrata* Lindl. e con l' *O. mammosa* Desf. che può considerarsi come una forma della prima.

Le diverse forme non crescono in stazioni separate, ma promiscuamente fra di loro, per cui non è troppo agevole dare l'elenco delle località, tanto più che il materiale d'erbario non può servire per fare tali distinzioni, per cui debbo limitarmi a dare l'elenco complessivo delle località ove fu raccolta l'*O. aranifera*, avvertendo che le forme da me distinte nella classificazione suesposta furono osservate su materiale fresco da me raccolto negli anni 1896-1904, a Fiumicino, a Maccarese, a Monte Testaccio, a Bagni di Tivoli, nei monti sopra Tivoli ed in altre località della provincia romana.

Herb. rom.: Testaccio $^{4}/_{28}$ (dal sig. Sanguinetti-Mauri). — Colosseo $^{4}/_{32}$ (Mauri). — Testaccio $^{4}/_{28}$-$^{4}/_{29}$ (Sanguinetti). — Ostia $^{4}/_{33}$ (Sanguinetti) (1). — In montibus Latii $^{4}/_{37}$. — Villa Pamphily $^{4}/_{33}$-$^{5}/_{39}$ (sub *O. aranifera* Willd. *var. atrata!* (Sanguinetti). — Villa Pamphily, marzo. — Ad Coliseum (Fiorini-Mazzanti). — Valle dell' Inferno, 14 apr. 1863. — Maccarese, 25 apr. '63 (Rolli). — Lungo la via Ostiense a Malafede, 23 apr. 1878; Villa Pamphily, 11 apr. '77 (Cuboni). — Monte Mario $^{5}/_{4}$ 1881 (?). — Porto d'Anzio, 4 apr. '84 (Pirotta). — Tra i cespugli lungo la strada sopra al mare tra Anzio e Nettuno, 3 apr. '84. — Filettino, apr. 1887 (leg. Martelloni det: Pelosi). — Tivoli, 27.V.'87 (leg. Terracciano sub *O. neglecta?*). — Strada da Martignano ad Anguillara, 5 apr. '87; Acque Albule, 30 apr. '87 (Pelosi). — Testaccio, 29 IV 1891 (Terr. et Cann.). — Acquatraversa, apr. 1894 (leg. Pappi det. Cortesi). — Isola Sacra a Fiumicino, 30 marzo 1895 (Pappi det. Cortesi). — Alla sinistra della foce dell'Arrone, Maccarese, 16 apr. '95 (T. A. Baldini). — Borghetto (Civita Castellana), 19 apr. '95 (leg. Pappi det. Cortesi). — Lungo il torrente Paglia presso Montearabaglio, 17 VI 1900 (leg. Pappi det. Cortesi).

Herb. Cortesi: Fiumicino. — Isola Sacra, IV 1895. — Ostia, apr. 1900. — Acqua Traversa. — Monte Gennaro. — Monti calcarei intorno a Tivoli. — Maccarese. — Monte Testaccio. — Monte Circeo. — Bagni di Tivoli — Dintorni di Terracina (leg. F. Cortesi).

Herb. Grampini: Monte Testaccio, IV. 1889. — Fiumicino, IV 1895 (O. Grampini).

Ophrys atrata Lindl.

A prima vista sembrerebbe confondersi con una delle tante forme dell'*O. aranifera* Huds. con la quale molti autori l'hanno confusa ed alla quale altri l'hanno subordinata come varietà. Ma la costanza dei suoi caratteri dedotti dalla grandezza dei fiori, dalla irsuzie del labello di color violaceo scuro, dal grande e costante sviluppo delle gobbe laterali, e dalla presenza sul disco del labello di due macchie glabre sotto forma di linee parallele congiunte alla base, caratteri che si dimostrano assai costanti attraverso le esperienze culturali cui per parecchi anni ho sottoposto questa forma fanno ritenere che si tratti di una buona entità sistematica ben distinta. Può conside-

(1) Sul cartellino è scritto: *Ophrys aranifera* Willd. *varietas labelli margine expanso patulo dorso toto lineato prominentiis nullis apice minime appendiculato.* Si tratta della forma agibba, grandiflora a labello appena smarginato rappresentata nella fig. E della nostra tavola.

rarsi come una forma meridionale dell'*O. aranifera* poichè nella regione mediterranea e nelle reg. meridionali d'Italia, nelle isole, in Grecia, a Creta ecc. l'*O. atrata* è più frequente dell'*aranifera*, anzi in alcuni punti del littorale si può dire che non si trova altro che *O. atrata*.

In molti luoghi vive promiscuamente con l'*O. aranifera*, e non è improbabile che s'ibridi con essa, ma queste forme ibride sono straordinariamente difficili a potersi riconoscere.

48. **Ophrys atrata** Lindl. *Bot. reg.* t. 1087. *Orchid.* p. 376. Parl. *Fl. it.* III p. 533. Ces. Pass. Gib. *Comp. Fl. it.* pag. 192. Camus. *Mon. Orch. Fr.* in Journ. Bot. VII pag. 114.

O. aranifera var. *atrata* Sang. *Fl. rom. prodr. alt.* p. 734. Arc. Comp. fl. it. 2 ed. p. 171 Barla. *Ic. Orch. env.* p. 66 Schulze *Orch.* in texto. Fiori e Paol. *Fl. anal.* It. I p. 233 Kraenz. *Orch. gen. et. sp.* I pag. 105.

O. aranifera b. Bert. *Fl. it.* IX p. 586.

Arachnites fuciflora var. *Panormitana* et *ambigua*. Todaro *Orch. sic.* p. 75.

Icones: Reich. f. Orch. taf. CCCCLII — Barla *Ic. Orch.* pl. 53 et 54 fig. 1-11 — Schulze *Orch.* taf. 28 fig. 9. — *Tab. nostra* fig. *H.*

Nessuna differenza nelle parti vegetative di questa specie con quelle della precedente. Fiori grandi in numero di 2-6, in spiga lassa. Tepali esterni eretti oblunghi-ottusi di color verde chiaro; i due laterali interni più corti uguali circa alla metà degli esterni ottusi o un pò smarginati con i bordi ondulati od increspati, vellutati di color verde bruno. Labello uguale in lunghezza alle divisioni esterne perigoniali o più lungo di esse, obovato o subrotondo, vellutato irsuto di color bruno violaceo molto scuro, con due gobbe coniche laterali basali molto sviluppate, più o meno manifestamente trilobo col lobo mediano smarginato e spesso munito di un piccolo dente all'angolo della smarginatura: con macchie glabre lucide di color bluastro oscuro, a forma di due linee parallele congiunte verso la base del labello. *Questa forma di macchie a differenza di quella della specie precedente è costante.* Ginostemio a becco corto ottusetto. Brattee lanceolato, lineari, concave, acute all'apice, uguali in lunghezza all'ovario o più lunghe.

Vive nei luoghi arenosi ed erbosi marittimi e submarittimi e qua e là nei colli aprici: è specialmente abbondante nelle stazioni marittime. Probabilmente dà degli ibridi con le forme dell'*Ophrys aranifera* (*O. Todaroana* Macch. Nuov. Giorn. Bot. XIII p. 314. 1881 = *O. aranifera* × *atrata*) ma stante la grande somiglianza fra le

due specie la loro distinzione e limitazione è assai difficile per non dire impossibile.

Herb. rom: M. Testaccio 21 apr., 75 (*D Ntrs.* sub. *O. aranifera* var.) 2.4 1881 (det. F. Cortesi) — 29. IV. 91. (Terr. Canneva).

Ho poi raccolto questa specie e ne conservo esemplari in formalina a Fiumicino a Maccarese ai Bagni di Tivoli.

Herb. Cortesi: Fiumicino — M. Testaccio — Bagni di Tivoli (F. Cortesi).

Herb. Grampini: Fiumicino (IV. 1895) (O. Grampini).

3. — Forme ibride riferibili all'O. aranifera. Huds.

Fino ad ora nella nostra provincia non sono state segnalate che due forme ibride di questo gruppo, che sono state da me trovate e descritte, ma non è improbabile che ulteriori ricerche conducano a scoprirne delle altre.

49. × **Ophrys Grampini** Cort. Ann. Bot. I p. 359. fig. C.
= *O. aranifera* × *tenthredinifera.*

Pianta dall'aspetto di *Ophrys aranifera* della statura di 4-5 dcm; foglie oblunghe lanceolate, mucronulate lucenti nella pagina superiore; fiori 4-7 in racemo, brattee verdi, erbacee, chiaramente nervate le inferiori più lunghe $1\frac{1}{2}$-2 volte dell'ovario le superiori uguali ad esso; tepali esterni ovato-ottusi, roseo verdastri 3-nervi, gli interni bruno-verdastri lunghi circa $\frac{1}{3}$ degli esterni, più lunghi che nell' *O. tenthredinifera,* più brevi che nell'*O. aranifera,* labello simile a quello dell'*O. aranifera,* gibboso alla base, bilobo, mucronulato alla smarginatura, col mucrone leggermente eretto, col disco bruno pubescente vellutato, con i margini glabri giallo-verdastri quasi membranacei.

Fiorisce fra le specie stipiti nel mese di aprile.

Via Appia antica 17.IV. 1905 (leg. O. Grampini). M. Testaccio 25 IV. 1905 (F. Cortesi).

Nell'Erbario Grampini, per gentile dono del proprietario venuto in mio possesso, ho trovato un esemplare di quest'ibrido dal professore Grampini raccolto fin dal 14 aprile del 1892 e da lui determinato come *O. tenthredinifera* × *aranifera.*

L'esemplare di M. Testaccio ha i fiori più piccoli di quello della Via Appia, forse ciò è dovuto al fatto che l'*O. aranifera* è intervenuta nell'ibridazione con una delle sue forme parviflore.

50. × **Ophrys Camusii** Cort. Ann. Bot. vol. V pag. 541.
= *O. aranifera* × *exaltata.*

Pianta dell'aspetto di *O. aranifera*, alta 2-4 dcm.; fiori 3-6 in spiga lassiflora: fiori più grandi che nell'*O. aranifera typica* e più piccoli di quelli dell'*O. evaltata*, brattee verdi erbacee le inferiori lunghe circa 1 ½ volte l'ovario, le inferiori eguali ad esso manifestatamente nervate: tepali esterni grandi, ovato lancolati con i margini reflessi bianco rosei dilavati di verde, trinervi: i due interni lancolati acuti, vellutati uguali o più lunghi della metà degli esterni, di color rosso bruno: labello ovato convesso come nell'*O. aranifera*, vellutato trilobo o bilobo col lobo intermedio smarginato munito di un'appendice triangolare carnosetta rivolta in alto; lobi laterali reflessi spesso muniti alla base di due brevi gibbosità, di color bruno con macchie lineari glabre giallo-brunastre di vario aspetto: ginostemio con rosto breve acuto od ottusetto.

Quest'ibrido fu da me trovato a Maccarese fra le specie stipiti e si presenta in due forme:

a — gibbosa — con gobbe del labello bene sviluppate.
b — agibba — senza gobba alla base del labello.

Maccarese, nelle sabbie marittime della pineta, aprile 1902-1904. (F. Cortesi).

Dal R. Istituto Botanico di Roma, Gennaio 1907.

A
B
C
D
E
F
G
H

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VI.

A — Fiore di *Ophrys aranifera typica*;
lo stesso visto di profilo.

B — Fiore di *Ophrys aranifera parviflora gibbosa*;
lo stesso visto di profilo.

C — Fiore di *Ophrys aranifera parviflora agibba* con labello trilobo;
lo stesso visto di profilo.

D — Fiore di *Ophrys aranifera parviflora agibba* con labello smarginato ovato-triangolare;
lo stesso visto di profilo.

E — Fiore di *Ophrys aranifera grandiflora agibba* con labello quasi intiero, ovato-triangolare

F — Fiore di *Ophrys aranifera grandiflora agibba* con labello espanso smarginato, mucronato;
lo stesso visto di profilo.

G — Fiore di *Ophrys aranifera agibba* con labello trilobo e col suo lobo mediano bilobo;
lo stesso visto di profilo.

H — Fiore di *Ophrys atrata*;
lo stesso visto di profilo.

Ricerche sulla vitalità delle cellule amilifere degli endospermi delle Graminacee

della signorina dott. DIANA BRUSCHI

ARGOMENTO.

Ancora è irresoluta la questione se il materiale di riserva contenuto nell'endosperma dei semi venga durante la germinazione digerito esclusivamente dagli enzimi che sono segregati dall'embrione, o se piuttosto anche le cellule stesse dell'albume ritornino in attività vitale e sciolgano da sè la massima parte dei carboidrati, grassi e sostanze proteiche trasformandoli in prodotti solubili a piccola molecola, così che l'embrione non farebbe che assorbire l'alimento preparato dalle cellule del tessuto nutritizio.

Per sciogliere tale questione si sono battute due vie. L'una consisteva nel cercare se l'embrione secerne realmente enzimi, i quali penetrino nell'albume: l'altra se esso possa sostentarsi da sè anche se strappato all'endosperma e provvisto di alimento.

Van Tieghem (1) (1873) e Blociszewski (1876) trovarono che diversi embrioni privati dell'albume si sviluppano su poltiglia d'amido, ma non badarono ai bacterii che senza dubbio avevano infettato le loro culture e decomponevano l'amido con la loro potente diastasi.

Lo stesso appunto è da farsi alle ricerche di Brown e Morris (1890) e Grüss (1894), secondo i quali gli embrioni di orzo si sviluppano sulla gelatina inamidata fluidificandola.

A Linz (1896) riuscì di far crescere sterilmente embrioni di mais su gelatina contenente amido solubile e trovò che essi per la superficie dello scutello assorbono bensì zucchero, ne segregano anche, ma non lasciano uscire la minima traccia di diastasi, ciò che Grüss ha confermato in un lavoro ulteriore (1897).

(1) Vedi in fine l'elenco degli autori citati.

Dunque l'epitelio dello scutello non è una glandola secernente diastasi sebbene le sue cellule, come già osservò Haberlandt (1884), si allunghino enormemente durante lo svotamento dell'albume e presentino, come le fine ricerche citologiche di Reed (1904), di Sargant e Robertson (1905) hanno dimostrato, tutti i caratteri di cellule vivacemente secernenti. Quest'ultimo fatto resta spiegabile anche se esse non lasciano esosmire enzimi: sono infatti essi, come ha mostrato Linz (1896), che fabbricano la massima parte di amilasi al servizio dell'embrione e che assorbono ed elaborano anche, come già constatarono Brown e Morris, tutti i prodotti dello svotamento dell'albume.

Se l'embrione non manda diastasi nell'endosperma, bisogna che questo pensi da sè a disciogliere il proprio contenuto: e qui ci imbattiamo in una serie di ricerche che la nostra ha per scopo di completare ed ampliare.

Sachs (1862) ritenne che l'endosperma delle graminacee rimanesse affatto passivo durante la germinazione, e venisse sfruttato attivamente dall'embrione.

Al Gris (1865) era già noto il differente portamento degli albumi amilacei da quelli contenenti aleurona ed olio.

I primi esperimenti però furono fatti da Van Tieghem.

Van Tieghem (1877, pag. 582) trovò che gli albumi isolati del Ricinus communis, posti in condizioni paragonabili alla germinazione, respirano e digeriscono se stessi dopo che l'aleurona e l'olio sono consumati, mentre gli endospermi di canna (endosperma amilaceo) e di dattero (endosperma corneo) sono passivi e restano invariabili. Ciò dimostrerebbe che gli endospermi ricchi di olio e di aleurona digeriscono sè stessi e posseggono vitalità, mentre gli endospermi amilacei e quelli che contengono come riserva emicellulosa, non digeriscono sè stessi e non posseggono vitalità.

Brown e Morris dopo un esteso studio dell'endosperma dell'orzo convennero con Van Tieghem che l'endosperma amilaceo delle graminacee è un « magazzino morto » di materiale di riserva. Essi ulteriormente trovarono (1890, pag. 525) che la capacità diastasica delle cellule scutellari è distrutta dal trattamento con vapori di cloroformio.

D'altra parte essi dicono morte le cellule dell'endosperma mentre pur queste contengono diastasi, dal momento che si sciolgono. È bensì vero che Brown e Morris sperimentarono esclusivamente coll'orzo in cui molto tempo prima che l'amido sia attaccato, le pareti cellulari dell'endosperma vengono totalmente distrutte, così che difficilmente si potrebbe ascrivere vitalità a queste cellule; ma non è men vero

che nel mais lo scutello non emette diastasi, così che, per lo meno in questa pianta, le cellule dell'albume debbono pure produrla da sè. Dunque esiste già una differenza tra il mais e l'orzo.

Haberlandt (1890) tentò di sostenere che lo strato ad aleurona secerna da sola la diastasi che scioglie i materiali dell'endosperma, basandosi sul fatto che grani d'amido, deposti sullo strato ad aleurona lavata, sono attaccati entro 24 ore. Egli escluse che questa amilasi vi arrivasse dallo scutello, interrompendo la comunicazione fra quest'organo e lo strato ad aleurona, mediante una incisione anulare. Ma questi esperimenti provano solo che anche lo strato ad aleurona contiene diastasi. Linz ha infatti poi dimostrato, quantitativamente, che nello strato ad aleurona di mais c'è diastasi, la quale anzi aumenta durante la germinazione come aumenta nell'endosperma; ma la quantità di fermento fabbricata dallo scutello è sempre molto maggiore.

Con grande chiarezza abbordarono la questione Pfeffer (1893) ed il suo allievo Hansteen (1894); essi ritennero non esatte le conclusioni di Van Tieghem sullo svotamento autonomo, che avverrebbe solo nei semi oleacei ma non nei semi amilacei, perchè Van Tieghem non aveva provveduto alla eliminazione dei prodotti della digestione, l'accumulo dei quali potrebbe impedire subito l'ulteriore digestione, ciò che si può facilmente prevedere per il principio dell'azione di massa che governa tutte le reazioni e gli equilibri chimici.

Siccome si tratta di reazioni reversibili, allorchè i prodotti di decomposizione hanno raggiunto una data concentrazione, la velocità di reazione nel senso della scissione tende a diventare nulla, mentre si fa sensibile la reazione inversa, nel senso della ricomposizione dell'amido.

Per consiglio di Pfeffer, Hansteen, per ottenere un rapido allontanamento dei prodotti di dissoluzione dell'amido, fissava gli endospermi isolati su colonnette di gesso immerse quasi fino alla sommità in una sufficiente quantità di acqua. Così gli endospermi erano bene aereati e i prodotti di scioglimento dell'amido, usciti dall'endosperma per la superficie di ferita (d'onde era stato staccato l'embrione), si diffondevano attraverso il gesso nel liquido circostante. In questo modo infatti accadde uno svotamento completo con fuoruscita di zucchero riduttore dagli endospermi amilacei di orzo, frumento, segale; fu quasi completo quello del mais, dell'endosperma corneo (emicellulosa) di dattero e di altri tessuti di riserva. Se la quantità d'acqua era limitata, lo svotamento si arrestava appena iniziato.

Hansteen trasse da questi risultati la conclusione che anche gli endospermi farinosi e cornei sono vivi, solo che per il loro svotamento è condizione necessaria l'asportazione continua dei prodotti di scioglimento.

Anche Grüss (1895) osservava che le sostanze di decomposizione diastasica dell'amido paralizzano l'azione dell'enzima.

Linz (1896) ripetè questi esperimenti coll'endosperma di mais. Posti questi endospermi in uno spazio umido, ma in modo che non potessero emettere nulla, il contenuto in diastasi aumentava (1). Lo stesso si ottiene tenendoli cinque giorni su carta bibula. Infatti Grüss (1896, pag. 439) trovò che gli endospermi di mais mantenuti sterili in condizioni simili a quelle di germinazione per dodici giorni, dettero una reazione molto positiva col perossido di H e la tintura di guaiaco. Un simile risultato ottenne Grüss per l'endosperma di orzo. Se questa prova col guaiaco potesse accertarsi come valevole per la dimostrazione di diastasi se ne potrebbe arguire che gli endospermi di mais e di orzo sieno capaci di generare enzimi indipendentemente dall'embrione. Ma la prova del guaiaco non vale che per le ossidasi, la cui presenza è nota anche nella farina, cioè in endospermi indubbiamente morti. Mettendo invece l'albume su colonnette di gesso, in 80 cm³ di acqua, dopo 5 giorni Linz non notò alcuna corrosione dei grani d'amido. Egli stabilì anche che la diastasi non diffonde nel liquido ma bensì continua anche dopo diciotto giorni ad aumentare lentamente, così che alla fine l'amido viene parzialmente corroso e sciolto. La corrosione comincia verso l'8° giorno ed aumenta fino al 18°; ciò che corrisponde al periodo normale coll'embrione. L'aumento di diastasi nell'endosperma isolato potrebbe essere ritenuto un fenomeno dimostrante la vitalità di questo tessuto, assai meglio delle esperienze di Hansteen, perchè, come osserva Linz, anche se si trattasse di amilasi morta si avrebbero i fenomeni su cui insiste Pfeffer. Haberlandt aveva già notato l'importanza dell'asportazione dei prodottti dell'amilolisi, perchè aveva osservato che se si taglia l'embrione di segale fino allo scutello non si ha svotamento di sorta, il che accade invece se si lascia un moncone di radice che cresca. Nel mais, in queste condizioni, Haberlandt ottenne solo un principio di scioglimento che presto si arrestava. Questi fatti servirono ad Haberlandt per spiegare come mai nonostante la pretesa secrezione di diastasi da parte dello strato glutinoso gli endospermi isolati nelle sue esperienze non si svotavano.

(1) Brown e Morris avevano trovato che in queste condizioni la diastasi non cresce.

Ma oramai, la teoria di Haberlandt può considerarsi definitivamente battuta, oltre che da Brown e Morris, anche dalle osservazioni di Linz e Hansteen.

Linz obbietta che non è vero, come ammette Haberlandt, che in tutti i serbatoi la dissoluzione incominci dalla periferia, e osserva che lo strato ad aleurona staccato corrode l'amido perchè contiene cellule rotte che lasciano sfuggire la diastasi. Hansteen aveva intanto trovato che gli endospermi privati dell'aleurona, messi sul gesso, sciolgono il loro amido. Però, osserva Linz, si potrebbe credere che l'amilasi vi fosse già immigrata dall'aleurona, qualora Linz medesimo non avesse dimostrato che la diastasi aumenta anche nell'endosperma isolato.

Siccome però Grüss, in una serie di lavori (1893-'94-'95-'96) tentava di sostenere le idee di Haberlandt e portava confusione anzichè chiarezza nell'intricata questione, Purjewitsch (1898) per consiglio di Pfeffer riprese le esperienze di Hansteen sul frumento, segale, orzo, riso, *Tetragonolobus purpureus*, *Phoenix dactylifera*, ponendoli sopra colonnette di gesso immerse in 200 cm^3 di acqua, addizionate per lo più di un centimetro cubo di $H^3 PO^4$ al 5 %, oppure in soluzione al 0.5 ‰ di $KP_2 PO_4$. Ne seguì una notevole corrosione dei grani d'amido e la comparsa di sostanze riducenti nel liquido esterno. Le esperienze duravano parecchi giorni alla temperatura di 25°-27°. La corrosione dei grani d'amido cominciava nella parte vicino allo scutello e progrediva verso il centro. Secondo Purjewitsch la temperatura accelera lo svotamento perchè fa aumentare la respirazione (perdita di sostanze) e perchè accelera l'azione della diastasi. Anche Purjewitsch osservò che l'accumulo dei prodotti di digestione ostacola l'ulteriore svotamento, e per questo nelle sue esperienze adoperava una forte quantità di acqua. Nei liquidi esterni trovava sostanze riducenti che aumentavano se si facevano bollire i liquidi con $H^2 SO^4$ diluito. La quantità di zucchero non riducente diminuiva man mano che si andava avanti nello svotamento; quindi l'autore opina che dagli endospermi esca prima zucchero facilmente solubile, già preformato, e poi gli zuccheri dovuti alla decomposizione dell'amido: oppure si può ammettere, egli dice, che la decomposizione dell'amido accada gradatamente, e che prima escano prodotti diversi dalla destrina e dal maltosio.

Dall'albume di frumento sarebbe uscito anche del saccarosio.

Zuccheri e sali, come $K NO^3$, $Ca Cl^2$ e $K Cl$, ad una concentrazione maggiore del 5 %, ostacolavano lo svotamento nelle esperienze di Purjewitsch che spiega questi arresti ammettendo che le dette sostanze producano una parziale plasmolisi, la quale impedirebbe

alle sostanze cellulari di uscire; un'idea che urta con numerose osservazioni fatte sul lievito, in cui la plasmolisi fa anzi uscire perfino dell' invertasi (1).

Del resto anche Grüss si serviva della plasmolisi per far uscire diastasi dai semi germinanti.

Piuttosto Purjewitsch non ha tenuto conto che altri sali, anzitutto il fosfato di calcio e il gesso medesimo, accelerano la diastasi, ciò che può avere favorito notabilmente lo svotamento nelle sue esperienze.

L'experimentum crucis di Purjewitsch rimane quindi quello sull'azione dell'etere e del cloroformio, i quali narcotici impedirebbero, secondo il nostro autore, lo svotamento degli endospermi di mais. Meno dimostrativa in favore della vitalità delle cellule dell'albume è l'osservazione di Purjewitsch, secondo cui l'endosperma non aereato non si svota. Infatti, se per caso l'amilasi si trova nel seme in riposo precipuamente allo stato di proenzima, il quale poi per ossidazione passa in enzima attivo durante la germinazione, si avrà un risultato analogo a quello di Purjewitsch. A questo proposito ricorderò che or sono molti anni Baranetzky (1878), Wortmann (1882) e Detmer (1883) hanno provato che la presenza di ossigeno libero è necessario alla formazione della diastasi nei semi. Infine appunto l'esperienza che doveva essere più probativa, dette a Purjewitsch un resultato contrario alla idea che egli si sforzava di sostenere. Diversi organi di riserva notoriamente vivi e svotati col metodo di Hansteen si riempiono se posti su acconce soluzioni nutritive; ma cogli endospermi farinosi e cornei ciò non riuscì. Ciò nonostante Purjewitsch e Pfeffer (1897), ritengono che anche gli endospermi amilacei e cornei sieno vivi e si svotino autonomamente.

Brown ed Escombe (1898, pag. 14) hanno confermato che endospermi di orzo rimasti in acqua satura di cloroformio per 24 ore non mostrarono alcuno svotamento per parecchi giorni fino a che non furono invasi da microrganismi, mentre altri non cloroformizzati mostrarono un notevole svotamento. Essi osservano che in questo caso lo svotamento è sub-aleuronico e la soluzione dei grani d'amido è più forte nelle cellule dell'endosperma subito sottostanti allo stato glutinoso: volendo così dimostrare che le sole cellule dello strato ad aleurona si possono considerare vive.

Inoltre lo studio citologico delle cellule dell'endosperma provò a questi autori che mentre le cellule dell'aleurona mostrano un nucleo ben definito e tutti gli usuali segni citologici di attività vitale, le

(1) Letteratura al proposito in Pantanelli (1906, pag. 16).

cellule amilifere dell'albume hanno un nucleo deformato e una struttura che in generale indica vecchiezza. Brown ed Escombe negano anche la capacità autodigestiva delle cellule amilifere dell'orzo, perchè l'endosperma di orzo senza embrione e senza aleurona, tenuto in condizioni favorevoli per la germinazione e per l'allontanamento dei prodotti di scioglimento dell'amido, non mostrò alcuna differenza paragonato agli endospermi trattati per 24 ore con cloroformio.

Dopo queste esperienze essi conclusero che sebbene lo strato periferico dell'endosperma, il cosidetto strato ad aleurona, consista indubbiamente di cellule viventi, non può ottenersi la prova dell'esistenza di una vitalità nelle cellule amilifere che costituiscono la più grande porzione dell'endosperma. Però essi ammettono oramai che l'albume di varie graminacee e di dattero sia capace di autosvotamento; ma questo potere sarebbe interamente indipendente dall'embrione essendo necessaria per la sua manifestazione la sola condizione, che sia impedito l'accumulo dei prodotti di scissione nell'endosperma. Ciò però, secondo Brown ed Escombe, non basta per dimostrare che questo tessuto è vivo.

Recentemente Pond (1906, pag. 181) ha dimostrato che l'endosperma isolato di dattero non si svota affatto da sè in contrapposto a quanto affermavano Hansteen e Purjewitsch.

Le mie ricerche hanno per punto di partenza le esperienze di Purjewitsch, che ho accuratamente ripetuto. Non mi sono però accontentata dei suoi metodi ed argomenti, bensì ho chiamato in aiuto diversi metodi di fisiologia macroscopica e cellulare per stabilire se e quanta vitalità si abbia negli endospermi delle quattro graminacee principali: mais, frumento, orzo e segale.

Svotamento del mais durante la germinazione.

Una sezione di seme completamente secco di mais ci mostra alla periferia oltre i soliti tegumenti del seme uno strato di cellule ad aleurona, ricco d'albumina, ritenuto e provato da tutti gli autori come vivente.

Al disotto di esso si presenta la massa endospermatica divisa in due parti: una più vicina allo strato ad aleurona, più compatta d'un colore più intenso, trasparente, ricca di amido di riserva in forma di grani poliedrici, regolari presso a poco eguali i quali riempiono totalmente la cellula e stanno incapsulati nel protoplasma in modo che questo è ridotto ad un fine reticolo o meglio ad un sistema di alveoli.

Queste maglie di protoplasma sono nella porzione esterna dell'albume più spesse che nell'interna, così che la porzione periferica ha consistenza ed aspetto di tessuto corneo (glutinoso) mentre la parte centrale del seme che

contiene assai meno protoplasma, è del tutto farinosa. In prossimità dello scutello embrionale le cellule dell'albume si appiattiscono gradatamente in direzione tangenziale alla superficie dello scutello, fino a collabire quasi completamente in vicinanza di questo.

La porzione cornea dell'albume si rivela anche microchimicamente assai più ricca di albumina che la porzione farinosa centrale.

Nell'embrione, la parte maggiore è costituita in questo seme dello scutello. Negli organi embrionali si trovano albumine in quantità rilevante, e, ciò che può sorprendere, anche dell'amido in piccoli grani. Nello scutello l'amido trovasi nel tessuto perenchimatoso insieme a una certa quantità di albumina; le cellule assorbenti dell'epitelio, che rivestono la superficie esterna dello scutello, sono nel seme in riposo poco allungate; contengono molta albumina e punto amido. Zuccheri riduttori non si incontrano in alcuna parte del seme in riposo.

Dopo sette giorni di germinazione a 18°, la quantità d'albumina nelle diverse parti è rimasta invariabile o quasi, e lo stesso vale per l'amido; solo è da notarsi la presenza di zucchero riduttore in quantità rilevante nella parte di albume prossimo allo scutello; più rilevante ancora nelle cellule assorbenti di questo e nei fasci vascolari dell'embrione. Le cellule dello scutello si sono un po' allungate.

Con il procedere della germinazione si nota fino al 16°-18° giorno un aumento continuo di zucchero in tutti i tessuti del seme ma in ispecial modo nell'endosperma.

I grani d'amido, che non sono molto grossi, presentano sempre più una netta corrosione fino a ridursi in frantumi piccolissimi, quasi fossero costituiti da tanti granelli più piccoli, cementati insieme da una sostanza che viene disciolta più presto. Le albumine in questo tempo diminuiscono nell'albume e in parte anche nei tessuti dell'embrione e lo strato corneo va sempre più riducendosi di spessore.

Dopo 16-17 giorni di germinazione, quando la piantina ha già messe due foglioline, raggiungendo la lunghezza di 5-7 centimetri, la quantità di zucchero viene a diminuire nell'endosperma come nei tessuti embrionali dello scutello, per quanto il materiale di riserva del seme sia abbondante. Lo scutello in questo tempo è cresciuto fortemente per aumento di volume delle sue cellule parenchimatose, ma in compenso le cellule assorbenti dell'epitelio non si sono allungate ulteriormente.

Svotamento dell'endosperma di mais privo di embrione e di scutello.

Per ottenere questo svotamento ho fatto uso del metodo di Hansteen e Purjewitsch come quello che dà i migliori risultati.

Si pongono i semi, dopo averli tenuti in bagno per 48 ore, in $CuSO^4$ al 3 % per alcuni minuti per disinfettarli esternamente, quindi, privati con arnesi sterili dell'embrione e dello scutello, si immergono di nuovo in $CuSO^4$, per disinfettarne la ferita, poi in acqua sterile. Fatto ciò, i semi

senza embrione vengono posti in camere Koch su colonnette e su forme di gesso sterilizzato, immerse sia in acqua sterilizzata sia in $H^3 PO^4$ 0.001 norm., pure sterile.

Prima di cominciare l'esperienza i semi subiscono un accurato esame microchimico.

Finita l'esperienza, durante la quale il decorso dello svotamento è seguito microchimicamente, i semi avanzati vengono fissati per lo studio citologico; ed il liquido esterno viene esaminato per vedere se contiene sostanze riducenti.

Purjewitsch fissava il materiale sulle colonnette mediante gesso fresco in modo che la superficie di ferita fosse completamente immersa nel gesso. Nelle mie prime esperienze invece formavo una specie di piattaforma di gesso con un leggero orlo, e la riempivo di sabbia quarzosa lavata con acido cloridico, poi con acqua distillata fino a scomparsa della reazione acida. In questo straterello di sabbia venivono ficcati gli endospermi con la superficie di ferita immersa nella sabbia, ma per la grande difficoltà di impedire l'accesso delle muffe ho presto abbandonato questo metodo per tornare a quello di Purjewitsch. Lo svotamento si svolgeva in ambedue i casi in modo simile, ed ecco quanto ho osservato:

Esp. I. — 71.7 cmc. di acqua (senza $H^3 PO^4$); forme di gesso con strato di rena silicea; varietà: *Zea Mays romana*: temp. 16°; durata dell'esp.: 7-16 dicembre.

Dopo 9 giorni forte quantità di zucchero nell'albume e grani d'amido fortemente corrosi. I 71.7 cm^3 del liquido concentrati fino a 35,5 cmc. ridussero debolmente il liquido di Fehling, accusando così la presenza di piccola quantità di zucchero riducente; però colorarono il liquido in verdastro, intorbidandolo; colorazione e intorbidamento dovuti all'albumine che erano passate dal seme nell'acqua (1). Gli endospermi avanzati furono fissati in acido cromoacetico.

Esp. II. — 75 cmc. di $H^3 PO^4$ 0.001 norm.; endospermi fissati con gesso fresco su colonnette di gesso; varietà: *Mays quarantino di Lombardia*, affine al *Cinquantino Mays* usato da Purjewitsch; temp.: 16°; durata: 17 marzo-9 aprile.

Questo metodo dette risultati migliori del primo.

Dopo 9 giorni gli endospermi presentavano una certa quantità di zucchero riducente, e i grani d'amido corrosi.

Dopo 20 giorni la quantità di zucchero era fortemente cresciuta, lo strato corneo del seme diminuito di spessore e sparita la parte farinosa.

(1) Anche Purjewitsch menziona per il mais e per il frumento l'uscita di sostanze albuminoidi dall'albume in svotamento.

Dopo 23 giorni tolta l'esperienza, fu esaminato il liquido, che concentrato al volume di 10.4 cm³ ridusse il reattivo Fehling dando mg. 42 di CuO.

Gli endospermi avanzati furono fissati in soluzione satura di sublimato corrosivo ed acido picrico in alcool assoluto (1).

Volli vedere come si comportassero le specie saccarine di mais. A ciò posi le seguenti due esperienze.

Esp. III. — 150 cm³ di H^3PO^4 0.001 norm.: endospermi fissati con gesso fresco su colonnette di gesso; varietà: *Zea Mays saccharata lilacina dulcis;* endospermi 10; temp.: 18°; durata: 7-19 maggio.

Nel giorno in cui l'esperienza fu tolta si osservò che questo mais, che in istato secco aveva esternamente un colore lilla chiaro, aveva preso una tinta molto più scura tendente al rosso cupo. I grani di amido erano fortemente corrosi specialmente nella parte in cui si era staccato lo scutello, abbondante il glucosio. La parte farinosa del seme era fortemente diminuita. Esaminato il liquido esso reagì col Fehling dando traccie di CuO (circa 2 mg.) e un precipitato colloido (albumina).

Esp. IV. — 130 cm³ di H^3PO^4 0.001 norm.; fissati con gesso fresco su colonnette di gesso; varietà: *Zea Mays saccharata rubra dulcis;* 10 endospermi; temp.: 18°; durata 7-19 maggio.

Quando l'esperienza fu tolta l'amido era molto corroso nella parte da cui era stato staccato lo scutello. Però la corrosione era minore che nella *Zea Mays lilacina* ed infatti le sezioni presentarono meno zucchero riducente di quelle del *mays lilacina.* Esaminato il liquido ridusse anch'esso il relativo di Fehling dando tracce di ossido di Cu (circa 1 mg.) ed anche qui si ebbe un precipitato di colloide di albumina.

Constatato che uno svotamento dell'endosperma isolato di mais avviene, per stabilire quale azione avesse il cloroformio in questo processo, si fece un'esperienza comparativa con endospermi in due camere Koch che contenevano: l'una cm³ 135 di H^3PO^4 0.001 norm. che fu lasciata all'aria libera, mentre l'altra, con 145 cm³ della stessa soluzione, fu posta sotto una campana ove l'atmosfera era satura di cloroformio. Temp. 16; durata 18 aprile 4 maggio.

Dopo 10 giorni un endosperma di mais della camera tenuta in aria libera presentava sempre il suo aspetto normale e non aveva

(1) Questa esperienza fu ripetuta una seconda volta dall'11 aprile al 4 maggio con i medesimi risultati.

cambiato esternamente di colore. Le sue sezioni presentavano grani d'amido fortemente corrosi e gran quantità di zucchero. La parte cornea era diminuita di spessore. Il liquido fu concentrato fino al volume di cm³ 17, dei quali 7 ridussero il Fehling dando mg. 32 di CuO.

Gli endospermi della capsula posta in atmosfera satura di cloroformio presero invece una tinta bruna esternamente; la massa endospermatica si mantenne più compatta, le sezioni presentarono pochi grani d'amido corrosi e piccolissima quantità di zucchero. Il liquido ridotto al volume di cm³ 14 ridusse il Fehling dando appena traccie di zucchero. Gli endospermi furono fissati nella soluzione alcoolica-sublimato-picrica.

Avviene dunque nell'endosperma di mais un parziale svotamento con diffusione dei prodotti di digestione nel liquido circostante. Ed il cloroformio, se non arresta completamente lo svotamento, l'ostacola, rallentandolo notevolmente.

Ottenuti questi risultati, si volle vedere se l'amilasi potesse crescere, a spese di un eventuale zimogeno, nelle cellule dell'endosperma anche quando in queste fosse annullata ogni traccia di vitalità, ciò che porterebbe ai medesimi risultati descritti sopra.

Esp. I. — A 100 semi di mais quarantino (del peso secco di grammi 30.5) stati in bagno per 48 ore, furono tolti tutti gli scutelli e gli embrioni; quindi furono pestati fortemente e aggiunti 100 cm³ di glicerina al 20 °/₀ e del cloroformio: Poltiglia A.

Gli scutelli cogli embrioni furono pestati separatamente, addizionati anch'essi di 100 cm³ di glicerina al 20 °/₀ e cloroformio: Poltiglia B.

Le poltiglie così preparate furono abbandonate all'autolisi a 18° in luogo scuro. Di quando in quando si determinava lo zucchero riduttore e l'amilasi quest'ultima facendo agire per un'ora a 56° 10 cm³ di poltiglia su 10 cm³ di amido solubile al 2 °/₀ (preparato secondo il metodo di Lintner, 1886) più un cm³ di HCl 0.1 normale.

Si ebbero i seguenti resultati:

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
13 aprile . .	mg. 17 di CuO	Tracce di CuO	mg. 72 di CuO	mg. 42,5 di CuO
17 aprile . .	» 67 »	mg. 2-3 »	» 130 »	» 51,0 »
30 aprile . .	» 30 »	» 219 »	» 432 »	» 684,0 »

Esp. II. — A 100 semi di mais quarantino (peso secco 29,28 gr.), messi a bagno per 48 ore, furono staccati gli scutelli e gli embrioni, poi pestati fortemente gli endospermi e addizionati di 25 cm³ di glicerina, 25 cm³ di acqua e cloroformio: Poltiglia A.

Gli scutelli e gli embrioni furono pestati separatamente e addizionati di 25 cm³ di glicerina e 25 cm³ di acqua e cloroformio: Poltiglia B. Temperatura di autolisi 10-15°.

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
4 maggio .	Tracce di CuO	mg. 20 di CuO	Tracce di CuO	mg. 9 di CuO
11 maggio .	mg. 184 »	» 98.8 »	mg. 113.52 »	» 141.9 »
5 giugno .	» 116.96 »	» 182.8 »	» 89.44 »	» 19.68 »

Come si vede, si ha un continuo aumento dello zucchero e dell'amilasi nelle diverse prove; con questo però che nei primi giorni predomina il potere sintetico dell'enzima. Infatti non solo non venne formato zucchero riduttore nella prova di idrolisi, ma anche quello che c'era scomparve in gran parte: un fatto nuovo ed importante, di cui spero di potermi occupare in seguito. Quest'azione sintetica dell'amilasi di mais è maggiore per l'enzima degli endospermi che per quella degli embrioni, in cui anzi (Esper. 2°.) può mancare affatto, ma non esiste che nei primi giorni di rammollimento; dopo subentra una potente azione idrolitica che va sempre aumentando. Si può quindi ritenere che l'amilasi sia nell'endosperma allo stato di proenzima o zimogeno, il quale diviene attivo nella germinazione sia in contatto dell'aria, sia per l'azione degli acidi cellulari. È da notarsi che già Reychler (1889) e Lintner ed Eckhardt (1890) avevano osservato, che trattando il glutine di graminacee con acidi diluiti gli si conferisce un debole potere diastasico: evidentemente quel glutine teneva aderente un po' di zimogeno dell'amilasi.

Ricerche cellulari su la vitalità dell'endosperma di mais.

Non potendosi dunque ritenere l'aumento di diastasi che i vari autori hanno osservato avvenire nell'endosperma di mais come una prova della vitalità delle cellule, poichè questo aumento si può notare anche in condizioni in cui la vitalità manca certamente, si volle

tentare di risolvere la questione con metodi di fisiologia cellulare. Per riuscire a questo si usarono i seguenti tre metodi:

1) Metodo della plasmolisi;
2) Metodo della colorazione vitale;
3) Studio citologico del nucleo.

Metodo plasmolitico. — Si fecero alcune sezioni in endosperma di mais in germinazione da 5 giorni, e si posero in soluzioni di cloruro di calcio al 10, 20 e perfino al 37 %. Si plasmolizzarono visibilmente le cellule ad aleurona, e dopo qualche tempo che le sezioni erano immerse nella soluzione parve comparire un accenno alla plasmolisi anche nelle cellule subito sottostanti a quelle ad aleurona, e in generale nelle cellule della porzione cornea: nulla si distingueva invece nella porzione farinosa. Però la quantità grandissima dei grani di amido, impossibile ad allontanarsi senza offendere le cellule, impedì osservazioni più esatte a questo riguardo.

Colorazione vitale. — Come è noto, questo metodo è basato su la permeabilità della membrana plasmica viva e sana per determinati colori di anilina come dimostrò Pfeffer (1886), mentre per altri colori essa è impermeabile. Fra questi Mosso, ha già da molto tempo raccomandato l'uso del violetto di metile (1888), il quale non penetra che negli elementi morti; recentemente Ruzicka (1905) si è servito del rosso neutrale per il medesimo scopo. Anche il bleu d'anilina, come dimostrò Pantanelli (1903), può prestare ottimi servizi.

Per questa colorazione si fecero delle sezioni piuttosto grosse di mais quarantino in germinazione, per non ledere la vitalità delle cellule; alcune furono immerse in una soluzione diluitissima di violetto di metile ed altre in una soluzione diluita di bleu d'anilina. Ambedue queste sostanze colorarono immediatamente le cellule dello strato farinoso, le cellule più lontane dalle cellule ad aleurona, mentre non si colorarono le cellule dello strato corneo in ispecie quelle più vicine alle cellule ad aleurona, accennando così ad un passaggio graduale dalle cellule vive, che sarebbero quelle della porzione periferica o glutinosa del seme, alle cellule morte, che si troverebbero nel mezzo della porzione farinosa.

Aspetto del nucleo. — Il materiale fu fissato sia con acido cromoacetico, sia col sublimato alcoolico-picrico. Le sezioni furono poste in malto d'orzo alla temperatura di 47°-52° circa per disciogliere l'amido. Ho tentato anche di fare preparati senza allontanare l'amido, ma non si riesce allora a vedere bene le colorazioni, perchè anche

l'amido trattiene diversi colori, per es., eosina, verde di jodio, safranina e bleu di metile.

Le sezioni furono poi colorate con diversi metodi.

Fu fatta la doppia colorazione con bleu di metilene ed eosina: e si ottenne una colorazione mista dei nuclei, con tendenza ad una colorazione più definita rossa, mentre il reticolo protoplasmatico si tinse nettamente in bleu. I nuclei si presentavano deformati e con vacuoli, alcuni dei quali contenevano in antecedenza dei grani d'amido; altri però erano vacuoli non amiliferi.

Si tentò anche la tripla colorazione introdotta da Longo (1898) e cioè: safranina per la colorazione dei nucleoli, verde di jodio per la sostanza nucleare e orange per il protoplasma: ma mentre il protoplasma veniva colorato dall'orange, non si vollero colorare i nuclei i quali assorbivano il medesimo colore del protoplasma. Si tentò allora la colorazione del nucleo con verde di jodio acetico e non acetico e con verde di metile pure acetico e non acetico, e si ottenne una colorazione confusa del nucleo il quale presentava sempre il suo aspetto frastagliato e vacuolizzato. Si coloravano invece nettamente i nuclei delle cellule ad aleurona.

Si notò che i nuclei dello strato dell'endosperma più vicino allo strato ad aleurona tentavano di assorbire maggiormente il colore: che erano un po' meno deformati e più piccoli, mentre la deformazione e la poca colorabilità aumentano quando si passa nella porzione farinosa.

Con violetto di genziana ed eosina si ebbe la colorazione delle pareti cellulari e del reticolo protoplasmatico in violetto, mentre non si ebbe una vera colorazione dei nuclei, i quali non si presentarono colorati coll'eosina se non nello strato corneo del seme, apparendo più piccoli e meno deformati verso la periferia, e di grandezza sempre crescente andando verso il centro; e mostrandosi qui anche più deformati e vacuolizzati, finchè giunti allo strato farinoso del seme tale colorazione sparì del tutto.

Si tentarono anche, colorazioni più energiche usando come mordente e colorante una soluzione di acido tannico al 10 % d'ematossilina al 0.5 % solfato ferroso al 5 % lavando poi con acqua acidulata con HCl, e colorando poi con uno dei metodi suddetti.

Poi tentai le colorazioni semplici con fucsina, safranina in soluzione acquosa e la doppia colorazione con la fucsina e il verde di malachite, e la safranina ed il verde di metile.

Ma non riuscii a mettere in maggiore evidenza di quella che avevo ottenuto fin qui, i nuclei del tessuto amilifero, mentre si mostrarono sempre netti e ben colorati quelli delle cellule ad aleurona.

Quest'ultimo metodo lo adoperai anche per colorare alcune sezioni di un endosperma di mais quarantino stato in camera di Koch in atmosfera di cloroformio e fissato con acido picrico acquoso. Ma in questo caso non ottenni neppure più la colorazione dei nuclei dello stato corneo, le cui cellule avevano preso l'aspetto di quelle dello strato farinoso, tanto che le sezioni facilmente si rompevano e si sfarinavano, il che prova che anche in questo endosperma si era avuto un principio di digestione.

Se con tutto ciò non si può stabilire che le cellule di mais siano addirittura morte, certo è che esse non assorbono più i colori che tingono normalmente le cellule giovani e in piena vitalità. L'aspetto del nucleo accusa decrepitezza che sembra aumentare dalla periferia al centro dell'albume.

Come risultato delle nostre ricerche sul frumentone, possiamo dunque dire che il suo albume, all'infuori dello strato ad aleurona, conserva ancora una traccia di vitalità nella porzione periferica, cornea, sebbene anche qui le cellule e specialmente i nuclei accusino una grande vecchiaia, mentre la porzione farinosa centrale è con tutta probabilità addirittura morta.

La corrosione e lo scioglimento dell'amido è massimo in questa porzione, sebbene in generale non si riesca mai ad allontanare tutto l'amido dall'albume privato dell'embrione.

Del resto l'amilasi aumenta anche in autolisi a spese di un proenzima che si trova nei semi in riposo, per cui non è affatto necessario invocare la presenza di cellule vive per spiegare lo svotamento autonomo dell'albume di frumentone.

Svotamento dell'endosperma di orzo durante la germinazione.

Brown e Morris (1890) hanno dato una descrizione minuta ed esatta della germinazione dell'orzo; per cui io non aggiungerò che pochi dati concernenti l'orzo italiano da me studiato.

Il seme completamente secco di orzo presenta abbondanza di albumine nelle cellule ad aleurona che qui sono in più strati. Le cellule dell'albume sono zeppe di grani d'amido grandi e piccoli, hanno pochissimo protoplasma e manca assolutamente lo zucchero riduttore. Le cellule di albume più vicine allo scutello, da 3 a 5 strati, sono schiacciate e vuote; le loro pareti però sono ancora intatte. Lo schiacciamento di queste cellule avviene durante la maturazione del seme, quando lo scutello cresce a spese dell'endosperma. Interessanti sono poi gli spessimenti di emicellulosa, che sono tanto più grossi quanto più la cellula è vicina alla periferia.

Nello scutello e nell'embrione non c'è amido affatto, bensì una gran quantità di albumina in parte condensata in minuti granelli d'aleurona, in parte come sostanza amorfa, finamente granulosa.

Durante la germinazione la temperatura fu tenuta costante a 17°. Dopo due giorni di rammollimento in acqua non si ha alcun accenno di zucchero nell'endosperma, e le cellule assorbenti dello scutello non hanno ancora cominciato ad allungarsi.

Dopo 9 giorni di germinazione nell'embrione si ha sempre abbondanza di albumine; però queste sono accumulate in maggior quantità nei punti vegetativi e nelle cellule dello scutello, il cui epitelio è notevolmente allungato. Nell'endosperma si ha invece una forte quantità di zucchero che si trova nello scutello e nei tessuti embrionali, però in minor quantità. I grani d'amido si presentano alquanto corrosi specialmente nella porzione più vicina allo scutello.

Gli strati di cellule già schiacciate nel seme in riposo, di cui sopra si è parlato, sono oramai già scomparse, prova che una citasi è entrata in azione anche prima della diastasi.

Dopo 14 giorni le albumine sono diminuite nelle cellule ad aleurona e nei tessuti embrionali, ma si trovano sempre abbondanti nello scutello specialmente nelle cellule assorbenti fortemente allungate. Gli zuccheri invece sono aumentati nell'endosperma, nello scutello e in tutti i tessuti dell'embrione.

L'amido si presenta ancora non molto corroso; le cellule amilifere abbastanza compatte.

Dopo 19 giorni si ha un aumento degli zuccheri in tutto il seme, una corrosione più forte dei grani d'amido dell'endosperma e presenza in esso di amilo-destrina che si colora in rosso con lo jodio. L'endosperma non si può più sezionare e presenta l'aspetto di sostanza lattiginosa, ciò che è dovuto allo scioglimento delle pareti cellulari per opera della detta citasi, la cui azione procede dallo scutello verso il centro dell'endosperma e finisce poi per invaderlo tutto. Nelle cellule ad aleurona, si nota un principio di svotamento: compaiono dei vacuoli, il protoplasma si fa più fluido.

Dopo 21 giorni le albumine sono fortemente diminuite; si trovano ancora in piccola quantità, nello scutello e nei tessuti della piantina. Le cellule ad aleurona sono scomparse: gli zuccheri crescono ancora in tutto il seme, mentre l'amido non resta che in piccola traccia nell'endosperma, il quale non esiste più come tessuto essendo scomparse completamente le pareti cellulari. I grani d'amido sono fortemente corrosi e ridotti a piccoli frammenti. L'amilo-destrina è aumentata.

Dopo 27 giorni scompaiono anche l'amilo-destrina e i frammenti di grani d'amido. L'organo di riserva può dirsi completamente vuoto. Le cellule assorbenti dello scutello giunte al loro massimo accrescimento si presentano staccate l'una dall'altra così da non avere più un margine esterno unito, come sul principio della germinazione, ma un lembo tutto frangiato. Non danno più reazione dell'albumina col reattivo di Millon.

Svotamento dell'endosperma isolato di orzo.

Esp. I. — 75 cm^3 di acqua; endospermi fissati con sabbia quarzosa su piattaforma di gesso; temp. 12°; durata: 10 gennaio — 2 febbraio.

Dopo 5 giorni: niente zucchero, nè grani d'amido corrosi.

Dopo 10 giorni solamente accenno a zucchero, che poi cresce fino al 23° giorno, in cui l'endosperma si mostra meno consistente. I grani d'amido sono fortemente corrosi, specialmente nella parte da cui fu tolto lo scutello.

Il liquido esterno però non contiene zucchero.

Esp. II. — 110 cm^3 di $H^3 PO^4$ 0.001 normale; endospermi su colonnette di gesso, fissati con poltiglia di gesso; temp. 17°; durata 17-30 marzo.

Già dopo 6 giorni l'endosperma presentava gran quantità di zucchero dalla parte da cui era staccato lo scutello ed in corrispondenza della ripiegatura mediana dei tegumenti del seme. I grani d'amido erano notevolmente corrosi.

Quando dopo 13 giorni l'esperienza fu tolta, il liquido concentrato fino al volume di cm^3 15, ridusse il reattivo di Fehling dando mg. 11 di CuO. Vi fu anche precipitato di sostanza colloidale (probabilmente albumina).

Anche coll'endosperma di orzo fu cercata la influenza del cloroformio. L'esperienza fu posta nelle identiche condizioni di quella con il mais. Solo gli endospermi non furono fissati con poltiglia di gesso, ma posti in infossature fatte sulle colonnette. Temp. 17°. Durata: dal 30 marzo al 12 aprile.

Dopo 12 giorni gli endospermi non cloroformizzati erano così molli da non potersi più sezionare. Gli spessimenti di emicellulosa infatti erano completamente scomparsi, e anche le lamelle mediane erano disciolte in tutta la regione più vicina alla superficie di ferita (lato scutellare). Lo zucchero riduttore era assai abbondante e l'amido fortemente corroso. L'aspetto esterno dei semi non era però cambiato.

Invece gli endospermi in atmosfera di cloroformio avevano presa esternamente una tinta scura, la massa endospermatica si manteneva compatta, anzi quasi indurita. Le pareti si mostrarono intatte, nè gli spessimenti mostravano accenno a corrosione. Si riscontrò però una certa quantità di glucosio poco minore di quella degli endospermi all'aria libera. I grani d'amido erano un po' meno corrosi.

Ambedue i liquidi esterni non reagirono col Fehling. Dunque il cloroformio aveva impedito solamente la produzione della citasi, e in parte la produzione della diastasi.

Da queste esperienze si può concludere che l'acido fosforico agevola lo svotamento dell'endosperma come nel mais, mentre il cloroformio ha un'azione assai minore che sull'endosperma di mais, ciò che indica di già come la vitalità dell'albume di orzo debba essere minore che nel frumentone.

Purjewitsch ha seguito le sue esperienze di narcosi soltanto sul cinquantino-mais. Del resto anche lo svotamento è nell'orzo assai più energico che nel mais, e siccome le pareti cellulari vengono attaccate anche prima dell'amido, difficilmente si potrebbe ammettere che un tessuto che non esiste più come tale, disciolga per propria attività vitale le sue riserve; una convinzione che già aveva conquistato la mente di Brown e Morris.

Con questo non voglio dire che tutte le cellule dell'endosperma di orzo debbano essere morte fin dal principio della germinazione. Le seguenti ricerche cellulari sulla vitalità mostrano piuttosto che anche nell'orzo c'è un passaggio graduale delle parti vive alle parti morte.

Si fece anche qui la prova dell'amilasi col medesimo metodo usato pel mais, per vedere se l'amilasi fosse contenuta nell'endosperma allo stato di proenzima e perciò si operò con 30 gr. di semi secchi. Essi si lasciarono rammollire per 24 ore e quindi si separarono gli embrioni e gli scutelli dagli endospermi. Si pestarono fortemente questi ultimi e si aggiunsero 20 cm³ di HCl 0.01 normale e 80 cm³ di acqua con cloroformio poltiglia A.

Quindi pestati gli embrioni e gli scutelli vi si aggiunse la medesima quantità di HCl, acqua e cloroformio: poltiglia B.

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
16 maggio .	Tracce (mg.2) di CuO	mg. 3 di CuO	Tracce (meno di 1 mg.) di CuO	mg. 4 di CuO
27 maggio .	mg. 92 di CuO	» 83 »	mg. 32 di CuO	» 8 »
7 giugno .	» 80.52 »	» 73.2 »	» 57.4 »	» 80.3 »

Anche qui, dunque, la quantità di enzima attivo aumenta.

Ricerche cellulari sulla vitalità delle cellule dell'endosperma di orzo.

Tentativi di plasmolisi. — Sezioni di endospermi di orzo in germinazione furono poste in soluzioni di $Ca\,Cl^2$ al 20, 30 e 37 °/₀, in cui era disciolta un pò di eosina. Dopo 10-20 minuti si vide una plasmolisi netta nelle cellule ad aleurona, ma non si potè vedere nulla di preciso nelle cellule dell'endosperma, per l'abbondanza dei grani d'amido impossibile ad allontanarsi. Solo il primo strato di cellule dell'albume sotto gli strati ad aleurona parve dare dopo vari minuti un accenno a plasmolisi, mentre negli strati più profondi non si riuscì a vedere assolutamente nulla.

Colorazione vitale. — Sezioni di seme germinato da due giorni, piuttosto grosse, di endosperma di orzo s'immersero in soluzioni diluitissime di violetto di metile e bleu d'anilina.

In ambedue i casi tutte le cellule del tessuto amilifero fin sotto gli strati ad aleurona, assunsero immediatamente il colore, lasciando incolore solo le cellule ad aleurona. Ciò sarebbe una prova che le cellule amilifere dell'endosperma di orzo sono tutte morte.

Studio citologico del nucleo. — Sezioni di semi fissati in sublimato alcoolico-picrico vennero tenute in estratto di semi di mais in germinazione avanzata, per ottenere l'allontanamento dell'amido. Ma le sezioni che furono poste nell'estratto, anche solo dopo 48 ore, non mostrarono più della massa endospermatica che un unico strato di cellule al disotto di quelle ad aleurona. Il resto andò perso nel liquido in cui furono trovati i resti del reticolo protoplasmatico già in parte corroso.

Tentata la colorazione dell'unico strato di cellule rimasto col metodo Longo o col solo verde di jodio o verde di metile ambedue fortemente acetici, non si potè avere colorazione netta del nucleo di queste cellule, mentre la si ottenne nelle cellule ad aleurona. Nel protoplasma dell'unico strato rimasto delle cellule amilifere, si notarono dei corpi che prendevano una tinta bleu invece che verde e si mostravano molto larghi e deformati, oppure si aveva la colorazione in diversi punti del protoplasma cellulare come se la sostanza nucleare fosse diffusa nella cellula. Queste cellule dunque non presentano un aspetto normale.

E poichè ponendo le sezioni di orzo nell'estratto di mais per l'allontanamento dell'amido, la maggior parte del tessuto endosperma-

tico andava perduto nel liquido in cui erano immerse le sezioni, si fecero delle colorazioni su sezioni di orzo germinante, senza allontanare i materiali di riserva.

Su queste sezioni si eseguirono le colorazioni semplici col verde di jodio, col verde di metile e col verde malachite, e le doppie colorazioni col verde malachite e safranina ed il verde di metile ed eosina; ma mentre i nuclei delle cellule ad aleurona, tanto nelle colorazioni semplici, quanto nelle doppie, assorbivano decisamente i diversi verdi, colorandosi nettamente, i nuclei del tessuto amilifero non assorbirono per nulla tali colori e perciò non poterono in nessun modo essere posti in evidenza.

Ma siccome temevo sempre che ciò dipendesse dalla grande quantità d'amido di riserva accumulata nelle cellule, tornai alla prima idea di allontanare l'amido; e questa volta ci riuscii facendo bollire le sezioni fatte su di un seme appena in germinazione e fissato in alcool forte, in una soluzione di 5 cm^3 di HCl 0.19 norm. in 20 cmc di acqua.

Su queste sezioni, ripetei le colorazioni già esiguite negli altri casi, ma anche qui mentre i nuclei dei vari strati delle cellule ad aleurona conservarono la proprietà di colorarsi sia col verde di metile, sia col verde malachite, i nuclei delle cellule amilifere non mostrarono per nulla questa proprietà, e restarono incolori di fronte al verde di malachite o si colorarono in rosa quando adoperai la doppia colorazione del verde di metile ed eosina.

In sezioni poi da cui non era stato allontanato l'amido di riserva feci agire come mordente e colorante la soluzione di acido tannico ed ematossilina: e sezioni state in questa soluzione per alcune ore, e lavate indi in glicerina ed in acqua acidulata con HCl, furono poste parte in safranina, parte in fuchsina. Con questo metodo ebbi il reticolo protoplasmatico fortemente colorato in nero dall'ematossilina, esso spiccava nettamente sul fondo rosso dovuto all'assorbimento della safranina o della fuchsina avvenuto da parte dell'amido di riserva. In questo reticolo protoplasmatico si poteva notare qualche punto più fortemente colorato in nero, oppure una certa quantità di protoplasma riunito in grumi di aspetto loboso. Tali grumi si presentavano con più frequenza nello strato di cellule posto subito al disotto delle cellule ad aleurona, ma non avevano affatto l'aspetto di nuclei.

Ripetei questa colorazione su sezioni di un endosperma di orzo stato in camera di Koch in atmosfera satura di cloroformio, e fissato poi in soluzione acquosa di acido picrico. Ma qui non ebbi più neppure la colorazione del reticolo protoplasmatico, poichè le cellule si

trovavano in uno stato molto avanzato di digestione, e sebbene esse contenessero ancora una forte quantità d'amido, nondimeno il reticolo protoplasmatico era ridotto in frammenti specialmente verso il centro dell'endosperma.

In complesso nell'orzo la vitalità manca completamente nell'albume del seme germinante; gli ultimi resti di vita si rintracciano a fatica nella porzione periferica specialmente nelle cellule attigue agli strati aleuronici e nei primi giorni di germinazione. Del resto queste cellule sub-aleuroniche sono anche quelle che resistono di più all'azione dissolvente della citasi.

Svotamento dell'endosperma di frumento durante la germinazione.

Il seme in riposo presenta alla sua periferia le cellule ad aleurona ricche d'albumine, però un pò meno che nell'orzo, in un solo strato. Sotto le cellule ad eleurona si distende la massa endospermatica colle cellule ripiene d'amido in granelli ovali striati o addirittura screpolati, riempienti esattamente la cellula, presso a poco come nel mais; anche nel frumento però, come nell'orzo, ci sono i grani grandi ed i grani piccoli. L'embrione è ricco di albumina e di aleurona specialmente nelle cellule scutellari. Zucchero riduttore non si trova nell'endosperma nè nell'embrione.

Dopo 2 giorni di rammollimento in acqua a 17° il seme contiene tracce di zucchero nell'endosperma e nelle cellule assorbenti dello scutello. Dopo nove giorni le albumine crescono nell'embrione, specialmente nelle cellule assorbenti dello scutello e nei punti vegetativi della piantina, mentre non diminuiscono affatto nelle cellule ad aleurona. Lo zucchero riduttore aumenta in tutto l'endosperma ma non s'incontra ancora nei tessuti embrionali L'amido dell'endosperma mostra i grani fortemente corrosi, però tutto il tessuto endospermatico si mantiene compatto. Le cellule assorbenti dello scutello si sono molto allungate.

Dopo 14 giorni le albumine diminuiscono, gli zuccheri invece aumentano nell'endosperma e nello scutello, e si trovano anche nei tessuti della giovane piantina. I grani d'amido sono sempre più corrosi. L'endosperma è divenuto molle, impossibile a sezionarsi. Le pareti sono in gran parte fluidificate o addirittura scomparse per l'azione di una citasi. Sono cresciute ancora in lunghezza le cellule epiteliari dello scutello.

Dopo 18 giorni le albumine cominciano a diminuire anche nelle eellule ad aleurona. Il loro protoplasma diventa meno denso e si vacuolizza. Zucchero si trova in tutti i tessuti del seme. L'amido è fortemente diminuito nell'endosperma che è ormai divenuto un liquido biancastro lattiginoso. I pochi grani d'amido che restano sono fortemente corrosi. Le cellule assorbenti dello scutello sono ancora cresciute, e le loro estremità si separano le une dalle altre a guisa di ife di fungo.

Dopo 21 giorni le albumine diminuiscono fortemente nelle cellule ad aleurona che sono occupate da grandi vacuoli. Gli zuccheri trovansi ancora nello scutello specialmente verso la parte centrale e in gran massa nei tessuti della piantina. Nella poltiglia che occupa il posto dell'antico endosperma, l'amido è quasi completamente scomparso: i pochi grani rimasti sono ridotti al solo scheletro di α amilosio. Trovansi qua e là anche dei grani di β amilosio che si colorano ancora in violetto con lo jodo. Si ha anche presenza di piccole quantità di amilo-destrina: ma il magazzino del materiale di riserva può considerarsi esaurito.

Svotamento dell'endosperma isolato di frumento.

Esp. I. 100 cm³ di acqua, endospermi fissati in infossature praticate sulle colonnette di gesso — temperatura: 17-18°. — Durata: 3-24 marzo.

Dopo 9 giorni non si notò ancora la presenza di zucchero.

Dopo 18 giorni lo zucchero era comparso in forte quantità ed i grani d'amido presentavano bellissime figure di corrosione. Le pareti delle cellule amilifere più vicine alla parte da cui era stato staccato lo scutello e quelle della parte centrale del seme erano scomparse; restavano intatte ancora le cellule sotto lo strato aleuronico. Le cellule ad aleurona si mostravano ancora intatte, nè accennavano a diminuizioni d'albumine.

Dopo 21 giorni il liquido esterno dava sul vetrino un accenno a presenza di zucchero.

Esp. II. — 190 cm³ di $H^3 PO^4$ 0,001 normale; disposizione simile alla esperieza precedente; temp. 17-18°; durata 3-24 marzo.

Dopo 9 giorni ancora nessuna traccia di zucchero.

Dopo 18 giorni i semi erano quasi completamente vuoti, e del tessuto di riserva non restava che una piccola quantità di poltiglia che trattata con potassa caustica e con reattivo di Fehling mostrava i grani d'amido fortemente corrosi, alcuni dei quali non presentavano più che una membranella ripiena di CuO.

Dopo 21 giorni esaminato il liquido esterno, ridusse il reattivo di Fehling.

Le esperienze comparative con l'endosperma di frumento in atmosfera satura di cloroformio ed in aria libera furono poste nelle identiche condizioni già stabilite per il mais e per l'orzo. I liquidi furono: cm³ 135 della soluzione 0.001 normale di $H^3 PO^4$ per la cultura non cloroformizzata, e cm³ 145 di $H^3 PO^4$ 0.001 normale per

la cultura in atmosfera satura di vapore di cloroformio. L'esperienza durò dal 9 al 19 marzo alla temperatura di 17-18°.

Dopo questo periodo di tempo i semi dell'esperienza in aria libera non mostravano esternamente alcun cambiamento. Nell'interno si trovò abbondanza di zucchero: i grani d'amido erano corrosi e la massa endospermatica rammollita. Gli spessimenti erano scomparsi nelle cellule amilifere, le pareti disciolte nelle cellule più vicino allo scutello, giacchè in questa parte il tessuto era completamente sfasciato.

I semi cloroformizzati avevano invece preso una tinta scura all'esterno, l'endosperma era ancora molto compatto, quasi indurito; conteneva piccolissime quantità di zucchero e grani d'amido poco o punto corrosi. Non si notava che un piccolo cambiamento nella struttura delle cellule amilifere. I liquidi esterni non ridussero il Fehling.

Pare che in questo caso dunque la presenza di cloroformio ostacoli lo svotamento, e cioè tanto l'azione citasica, come l'azione amilasica.

Feci anche nel frumento la prova dell'aumento della amilasi per vedere se in questi endospermi in riposo l'enzima sia contenuto allo stato di zimogeno. Perciò i soliti 30 gr. di semi secchi li tenni in bagno 24 ore, indi separai gli scutelli e gli embrioni dagli endospermi. Quindi aggiunsi agli andospermi pestati 20 cm³ di HCL e 80 di acqua con cloroformio: poltiglia A.

Altrettanto feci per gli embrioni e gli scutelli: poltiglia B.

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
16 maggio .	Nessune tracce di CuO	Tracce impesab. di CuO (mg. 1)	Quan. minime di CuO (1)	Tracce minime di CuO (mg. 2)
27 maggio .	mg. 123 di CuO	mg. 102 di CuO	mg. 32 di CuO	mg. 20 di CuO
5 giugno .	» 221.4 »	» 123.92 »	» 43.92 »	» 40.26 »

(1) La riduzione si ottenne dopo varii minuti (presenza di maltosio). Si ebbe anche un precipitato colloide il cui peso fu mg. 20.

L'enzima attivo aumenta fortemente.

In questa esperienza, io non avevo tenuto conto della piccola parte che lo scutello e l'embrione formano nel seme, da ciò ne veniva che essendo stati fatti gli estratti con una medesima quantità di liquido, quelli degli endospermi venivano ad essere molto più

concentrati di quelli degli scutelli. Non si poteva quindi conoscere esattamente in quale proporzione crescesse in essi l'amilasi, tanto più che essendo la concentrazione degli estratti degli endospermi molto forte, i prodotti di scissione che in questi si formavano molto probabilmente venivano secondariamente a sintetizzarsi o almeno ad arrestare la scissione.

Allora furono fatti degli estratti a concentrazione molto minore e di cui era noto il rapporto. Pesai 10 gr. di semi di frumento, li posi in bagno 24 ore: quindi staccati gli embrioni con gli scutelli dagli endospermi li pestai separatamente dagli endospermi. Per i primi si ebbe un peso di gr. 1.03, e pei secondi un peso di gr. 12.42.

Allora pestai fortemente gli endospermi tanto da ridurli in poltiglia finissima e li addizionai di 619 cm³. di acqua e 46 di HCL 0.19 normale, cosicchè si avevano gr. 12.42 di sostanza in sospensione in 665 cm³. di liquido, ottenendo così una concentrazione del 2 % (Poltiglia A).

Pestati quindi gli scutelli con gli embrioni si addizionarono di cm³. 7.7 di H Cl 0.19 normale e di cm³. 62.3 in acqua in modo che si ottenne una concentrazione dell' 1 % (Poltiglia B). Agli estratti fu aggiunta una forte quantità di cloroformio.

Per gli scutelli e gli embrioni non si potè avere la medesima concentrazione degli endospermi, perchè sarebbe occorsa troppo piccola quantità di liquido, tale da impedirmi in seguito le prove necessarie.

Su questi estratti si fecero col solito metodo le prove dell'aumento dello zucchero e delle amilasi.

Essi furono tenuti per tutto il tempo che durò l'esperienza in termostato a 25°.

La prima prova fu fatta 24 ore dopo dopo la preparazione delle poltiglie.

Ottenni così i seguenti risultati:

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
3 luglio . .	mg. 12.5 di CuO	mg. 8 di CuO	mg. 13 di CuO	mg. 6 di CuO
7 luglio . .	» 27 »	» 13 »	» 38 »	» 17 »
14 luglio . .	» 31 »	» 42 »	» 40 »	» 137 »

Essendo la concentrazione della poltiglia B circa la metà di quello di A, per una medesima concentrazione del 2% si avrebbe:

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
3 luglio . .	mg. 12.5 di CuO	mg. 8 di CuO	mg. 26 di CuO	mg. 12 di CuO
7 luglio . .	» 27 »	» 13 »	» 76 »	» 34 »
14 luglio . .	» 31 »	» 42 »	» 80 »	» 274 »

Come si vede da ambedue le tabelle si ha una quantità maggiore di amilasi nell'estratto degli scutelli con gli embrioni che in quello degli endospermi, il che potrebbe far supporre che la maggior quantità di pro-enzima si trovi sempre nello scutello e che sia per opera di questo divenuto attivo che avvenga la digestione dei materiali di riserva, però è necessario considerare che tutto l'embrione collo scutello non costituisce che una piccola parte di tutto il seme; (circa l'ottava, $\frac{1}{8.2}$ in peso) mentre si è eseguita questa esperienza come se l'embrione con lo scutello costituisse nel seme una parte uguale in peso a quella dell'endosperma.

Quindi in realtà la quantità di pro-enzima che diviene attivo nell'endosperma era rispetto a quella contenuta nello scutello e nell'embrione, la seguente:

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
3 luglio . .	mg. 104.50	mg. 65.6	mg. 26	mg. 12
7 luglio . .	» 221.40	» 106.6	» 76	» 34
14 luglio . .	» 254.2	» 344.4	» 80	» 274

Nell'endosperma di frumento dunque abbiamo sempre una quantità di pro-enzima molto maggiore di quella che può trovarsi nello scutello e nell'embrione, la quale divenendo attiva in presenza di ossigeno libero o di un acido diluito, può da sola produrre la digestione dell'endosperma.

Ricerche sulla vitalità delle cellule dell'endosperma di frumento.

Plasmolisi. — Si tentò anche qui la plasmolisi con le soluzioni di $CaCl^2$ al 20, 30, 37 °/₀; ma la si potè osservare con sicurezza solo nelle cellule ad aleurona, poichè la quantità di amido che riempiva le cellule dell'albume impediva qualsiasi netta osservazione. Tuttavia una traccia di plasmolisi parve accennarsi dalle cellule poste subito al disotto dello strato ad aleurona.

Colorazione vitale. — Questa prova ha dato risultati uguali a quelli che si ebbero per l'orzo, poichè anche nel frumento il violetto di metile e il bleu di anilina colorarono immediatamente tutte le cellule del tessuto amilifero lasciando incoloro lo strato ad aleurona.

Studio citologico del nucleo. — I semi erano fissati in alcool forte. Le sezioni furono poste per l'allontanamento dell'amido in estratto di semi di frumentone per tentare d'impedire lo sfasciamento del tessuto amilifero che poteva essere dovuto alla citasi del malto d'orzo.

Ma anche con questo mezzo delle sezioni non restò, come nell'orzo, che un solo strato attaccato alle cellule ad aleurona, mentre gli altri restarono nell'estratto di frumentone ove le sezioni erano state poste per l'allontanamento dell'amido (1).

Adoperai verde di metile, verde di jodio, eosina, fuchsina, safranina, bleu di metilene, violetto di genziana, per le colorazioni dei nuclei, ed ebbi colorati i soli nuclei delle cellule ad aleurona e non quelli dell'unico strato delle cellule amilifere; anzi qui la colorazione appariva distribuita in diversi punti del protoplasma come se la sostanza nucleare fosse stata disciolta in esso. La colorazione col metodo Longo non dette qui alcun risultato: non vi è dubbio che si tratta di cellule vecchie e forse in istato di disfacimento, perchè non si riesce in verun modo a mettere in evidenza il nucleo.

Anche nel frumento, poichè nel cercare di allontanare l'amido in estratti ad azione citasica, si aveva il discioglimento di tutto il tessuto amilifero, eccetto il primo strato di cellule subaleuronico, tentai con i diversi metodi usati per l'orzo, le colorazioni su sezioni fatte su semi appena rammolliti in acqua senza allontanarne l'amido.

(1) È qui da notarsi che invece le sezioni di mais non venivano attaccate dal loro estratto, è quindi da ammettersi che la causa dello sfacelo del tessuto amilifero sia dovuta alla citasi esistente nelle cellule medesime, poichè non è ammissibile che citasi appartenente ad estratto di mais attaccasse le pareti cellulari del frumento e non le proprie

Ma nel frumento, come nell'orzo, il verde malachite colorò solo i nuclei delle cellule ad aleurona, lasciando perfettamente incolori le cellule del tessuto amilifero; e così le doppie colorazioni con verde di metile fortemente acetico e safranina, con violetto di genziana ed eosina e con bleu di metilene ed eosina.

Cercai di sciogliere l'amido facendo bollire le sezioni nella stessa soluzione molto diluita di HCl, usata già per l'orzo; ma anche ripetendo tutte le colorazioni suddette in sezioni che avevano subito questo trattamento, non potei ottenere in alcun modo il rilievo dei nuclei nel tessuto amilifero, mentre sempre risaltavano quelli delle cellule ad aleurona.

In ultimo tentai di mordere le sezioni con acido tannico ed ematossilina senza allontanare l'amido. Ma la successiva colorazione con safranina o con fuchsina, pose in rilievo il solo reticolo protoplasmatico, reticolo che in alcuni punti presentava dei grumi più colorati, specialmente nello strato di cellule subaleuroniche, senza avere però alcuna somiglianza con un nucleo. Anche negli endospermi stati in atmosfera di cloroformio risaltava dopo questa colorazione il reticolo protoplasmatico ridotto in frammenti ed un principio di corrosione nelle pareti cellulari.

Pel frumento ebbi anche occasione di studiare come si comportassero, rispetto a queste colorazioni, le cellule amilifere di semi in cui s'iniziava appena la formazione dell'endosperma, e di semi il cui tessuto endospermatico era molto innanzi nello sviluppo, e le sue cellule già ricche di grossi grani d'amido. Usai a questo scopo le colorazioni col verde di jodio, verde di metile, verde malachite, violetto di genziana e le doppie colorazioni col verde di metile o di malachite ed eosina, violetto di genziana ed eosina, verde di jodio ed orange.

Con le prime ottenni, sia nei primi stadî di sviluppo dell'endosperma, sia negli stadî più avanzati (seme però sempre verde), la netta colorazione dei nuclei delle cellule amilifere; nuclei che per la quantità di colore assorbito spiccavano nettamente fra i grani di amido, sebbene questi negli stadî più avanzati si presentassero in grande abbondanza ed avessero raggiunto il volume definitivo.

Con eosina e con orange si ebbe la colorazione del protoplasma di tutte le cellule, mentre i nuclei assorbendo i colori a loro propri, come il verde di jodio, verde di metile, verde malachite, violetto di genziana, spiccavano nettamente nel centro della cellula mostrando una struttura perfettamente normale.

Siccome si poteva ritenere che, nelle sezioni dei vecchi endospermi, fatte bollire in acido diluito per l'allontanamento dell'amido,

i nuclei avessero perduto, pel trattamento subito, la proprietà di assorbire i colori a loro proprii, feci a queste cellule giovani con nuclei normali, il medesimo trattamento, e difatti si colorarono col verde di metile tutti i nuclei, e con verde di metile ed eosina anche il protoplasma in rosa.

Non è dunque da credere che il metodo usato per l'allontanamento dell'amido di riserva, anche per endospermi maturi ed in principio di germinazione alterasse la costituzione chimica delle sostanze nucleari, in modo da impedirne la colorazione.

Anche per il frumento dunque le ricerche cellulari e citologiche mostrerebbero che le cellule del suo albume non riacquistano vitalità durante la germinazione: però rimane il fatto che esse si vuotano anche senza l'embrione, e che il cloroformio ostacola assai questo svotamento.

Il discioglimento dei materiali di riserva non prova la vitalità del tessuto, perchè questo nel seme in riposo contiene un proenzima che anche in autolisi per azione dell'ossigeno e di acidi diluiti si trasforma in enzima attivo. È poi un fatto interessante che il cloroformio ostacola non solo la decomposizione dell'amido, ma anzitutto lo scioglimento delle pareti; non v'ha quindi dubbio che la citasi sia prodotta da cellule vive. Siccome però le cellule dell'endosperma sono da ritenersi morte per le ragioni suddette, così non resterebbe che ammettere che la fabbrica della citasi risieda nelle cellule ad aleurona.

Svotamento dell'endosperma di segala durante la germinazione.

Un seme in riposo di segale presenta alla periferia uno strato di cellule ad aleurona ricche d'albumina, e al disotto di esso le cellule d'albume ripiene di grossissimi grani di amido e con leggeri spessimenti emicellulosici sulle pareti. Non vi sono in esse tracce di zucchero. Lo scutello e l'embrione contengono al solito, molta albumina, di cui una parte in forma di granelli d'aleurona.

Dopo 2 giorni di rammollimento in acqua, il seme presenta già un accenno di zucchero nell'endosperma e le cellule assorbenti dello scutello sono un po'allungate. Si nota sin da questo momento il fenomeno della separazione completa delle cellule amilifere fra di loro.

Dopo 9 giorni di germinazione, le albumine sono aumentate nei punti vegetativi dell'embrione e nelle cellule dello scutello. Lo zucchero è oramai molto abbondante in tutto l'endosperma, ma non si trova ancora nello scutello e nei tessuti embrionali. I grani d'amido presentano le caratteristiche figure di corrosione, mentre l'endosperma si è già fatto molle ed il distacco

delle sue cellule è completo. Le cellule assorbenti dello scutello sono fortemente allungate. Lo svotamento dell'albume è in uno stadio più avanzato che nell'orzo e nel frumento della stessa età.

Dopo 14 giorni le albumine diminuiscono nelle cellule ad aleurona; aumentano invece gli zuccheri che si trovano in tutto l'endosperma ed anche nello scutello e nei tessuti embrionali. I grani d'amido in prossimità dello scutello sono estremamente corrosi e frammentati; essi hanno perduto la loro struttura. Nella poltiglia dell'endosperma nuotano scheletri e grumi di α — amilosio e piccole quantità di amilo-destrina. Le cellule assorbenti dello scutello si sono allungate ancora un poco.

Dopo 19 giorni le albumine si trovano ancora nelle cellule dello scutello e nei tessuti della piantina. Sono invece diminuite fortemente nelle cellule ad aleurona che ormai sono fortemente vacuolizzate. Lo zucchero è quasi del tutto scomparso dall'endosperma; si trova ancora invece nei tessuti della piantina. L'amido è scomparso completamente dall'endosperma; non vi è neppure più traccia di amilo-destrina. Il serbatoio è completamente vuoto. Durante tutta la germinazione, la corrosione dei grani d'amido ha sempre proseguito (come del resto per le altre specie studiate) dalla parte vicina allo scutello verso la parte periferica del seme.

L'azione citoidrolitica precede in questo albume l'azione amilasica.

Svotamento dell'endosperma isolato di segale.

Esp. I. — 100 cm^3 di acqua; endospermi fissati con sabbia quarzosa su piattaforme di gesso; varietà: segale romana, temp. 16-17°; durata: 12-22 dicembre.

Dopo 2 giorni soli sebbene non si notasse presenza di zucchero nell'endosperma e i grani d'amido fossero intatti, si osservò che le cellule dell'albume già si staccavano l'una dall'altra.

Dopo 7 e dopo 10 giorni, ancora non si trovò zucchero; ed il liquido, dopo questo tempo, non ridusse il reattivo di Fehling. Le cellule dell'albume nuotavano ormai liberamente, pur conservando la loro parete cellulosica e i grani d'amido per lo più inattaccati.

Esp. II. — 118 cm^3 di H^3PO^4 0.001 normale; endospermi fissati con gesso su lastre di gesso sostenute da pilastrini pure di gesso, perchè la diffusione trovasse meno impedimento; varietà: segale romana; temp. 16-17°; durata 17-28 marzo.

Dopo 7 giorni, zucchero abbondante nell'endosperma; grani di amido fortemente corrosi; cellule quasi tutte staccate. I grani d'amido mostravano maggior corrosione nella parte da cui era stato staccato lo scutello e in corrispondenza della ripiegatura mediana dei tegumenti del seme.

Dopo 9 giorni l'endosperma si mostrava molle, quasi lattiginoso. Tolta l'esperienza, il liquido, concentrato fino al volume di cm³ 14, ridusse il reattivo di Fehling dando mg. 3 di Cu O.

Le esperienze comparative con segale in atmosfera di cloroformio ed in aria libera, furono poste nelle identiche condizioni delle altre esperienze di questo genere. I liquidi furono rispettivamente cm³ 135 di $H^2 P O^4$ 0.001 normale per la cultura non cloroformizzata e cm³ 145 per la cultura in vapore di cloroformio. Durata: 23-30 marzo.

Dopo 8 giorni i semi non narcotizzati non avevano cambiato esternamente il loro colore naturale. Le loro cellule amilifere mostravano l'amido corroso, gran quantità di zucchero ed erano quasi tutte isolate le une dalle altre, così che il tessuto era molto molle. Il liquido di questa cultura fu concentrato fino a cm³ 12 e dette mg. 14 di Cu O.

I semi tenuti in atmosfera satura di cloroformio avevano preso esternamente una tinta quasi bruna. La consistenza dell'endosperma, sebbene molle, era un po' maggiore di quella degli endospermi non cloroformizzati. Le cellule amilifere però contenevano molto zucchero e si staccavano quasi tutte le une dalla altre. Il liquido concentrato fino a cm³ 15 dette mg. 11 di Cu O.

Come si vede, la presenza del cloroformio ha un'influenza minima o nulla sullo svotamento degli endospermi di segale, i quali quindi dovrebbero essere morti fino alle cellule ad aleurona.

Siccome poi in questo albume il distacco delle cellule precede lo scioglimento dell'amido, così non si può ascrivere quest'ultimo processo ad un'attività vitale delle cellule medesime. Però è curioso il fatto che, mentre nell'orzo prima viene sciolta l'emicellulosa poi quasi subito anche la cellulosa, qui dapprima scompare la sostanza della lamella primaria, quella che tiene cementate le cellule fra loro (probabilmente sostanze pectiche) e solo in uno stadio molto avanzato, quando l'amido è quasi tutto sciolto, anche la membrana cellulosica ed i suoi spessimenti di emicellulosa vengono idrolizzati e scompaiono.

Siccome Purjewitsch non parla affatto di questi fenomeni, che egli ha del resto sorvolato anche per l'orzo, il frumento ecc., così sorse il dubbio che la segale romana si comportasse diversamente dalle altre varietà e specie di segale. Per fortuna il mio Chiarissimo Maestro Professor Pirotta ha potuto farmi pervenire subito le più svariate qualità di segale, i cui endospermi ho sottoposto alle prove di svotamento.

Esp. III. — 50 cm³ di acqua; endospermi fissati con sabbia su piattaforme di gesso; varietà: *secale cereale* del giardino botanico di Parigi. temp. 25° (in termostato). Durata: 9 febbraio-5 marzo.

Dopo 5 giorni le cellule dell'albume erano tutte isolate o quasi; ma non contenevano zucchero, nè avevano l'amido corroso.

Dopo 24 giorni, sebbene l'endosperma si mostrasse completamente molle e i grani d'amido corrosi, non c'era zucchero e neppure il liquido esterno reagì col Fehling.

Esp. IV. — 100 cm³ di acqua; condizioni come sopra; varietà: *secale cereale* del giardino botanico di Lione; durata: 9 febbraio-5 marzo.

Dopo 2 giorni gran quantità di zucchero nell'endosperma, quantità che crebbe fino al 24° giorno. Presentò anch'essa fino dal secondo giorno il fenomeno dell'isolamento delle cellule; il liquido esterno non ridusse il Fehling.

Esp. V. — Parallela alle precedenti. 75 cm³, di acqua; varietà *secale cereale* di Liegi.

Dopo 5 giorni si aveva isolamento delle cellule. Il tessuto non stava più insieme e conteneva una piccola quantità di zucchero. Amido poco corroso.

Dopo 10 giorni lo zucchero era cresciuto. I grani d'amido erano fortemente corrosi.

Dopo 24 giorni il liquido esterno concentrato fino a cm³ 17 accusò tracce di zucchero.

Esp. VI. — 150 cm³ di acqua; endospermi tenuti fermi con sabbia su gesso; varietà: *secale cereale aestivum annuale* della Stazione di controllo dei semi di Zurigo; temp.: 16-17°; durata 14 febbraio-2 marzo.

Dopo 13 giorni si ebbe sfasciamento completo dell'albume. In questa poltiglia trovavasi gran quantità di zucchero e grani d'amido fortemente corrosi. La corrosione cominciò ed era sempre più prossima alla ferita di separazione dello scutello.

Dopo 16 giorni si avevano alcuni endospermi completamente vuoti; negli altri gran quantità di zucchero, e i grani d'amido quasi del tutto corrosi. Il liquido, che dava già sul vetrino reazione col Fehling, concentrato fino a cm³ 14.2 dette mg. 38 di Cu O.

Esp. VII. — Parallela alla precedente. 85 cmc. di acqua; varietà: *secale cereale perenne* di Zurigo.

Stesso decorso dello svotamento come nella secale annuale. Già dopo 13 giorni un endosperma era completamente vuoto.

Dopo 16 giorni il liquido esterno che dava sul vetrino una reazione fortissima col Fehling, fu concentrato fino a cmc. 33.3 e ridusse il Fehling dando mg. 88.5 di Cu O.

Esp. VIII. — 15 cmc. di acqua; varietà: *secale cereale* del giardino botanico di Marburg; durata 20 febbraio-10 marzo.

Dopo 4 giorni endospermi molto rammolliti con completo disfacimento del tessuto ed isolamento di tutte le cellule: i grani d'amido erano fortemente corrosi.

Dopo 13 giorni il liquido sul vetrino accusava già presenza di zucchero riducente.

Dopo 18 giorni esso riduceva fortemente il reattivo di Fehling.

Esp. IX. — Parallela alla precedente. 25 cmc. di acqua; varietà: *secale montanum* di Parigi.

Dopo 13 giorni gli endospermi non presentavano zucchero: ma le cellule erano già isolate.

Dopo 18 giorni: piccola quantità di zucchero: il liquido esterno non riduceva il Fehling.

Esp. X. — Parallela alla precedente. 30 cm^3 di acqua; varietà: *secale montanum* di Lione.

Dopo 13 giorni presenza di poco zucchero nell' endosperma, le cui cellule però erano *tutte* staccate.

Dopo 18 giorni lo zucchero era aumentato e l'amido fortemente corroso. Il liquido esterno però non conteneva zucchero.

Esp. XI. — 400 cmc. di H^3PO^4 1.001 normale; endospermi fissati con poltiglia di gesso su lastre di gesso; varietà: *secale cereale* di Utrecht; temp.: 17°; durata: 17-28 marzo.

Dopo 6 giorni l'endosperma presentava già gran quantità di zucchero e grani d'amido fortemente corrosi. Le sue cellule erano però completamente isolate. Il liquido esterno riduceva il Fehling.

***

Adunque la segale romana si comporta come tutte le altre segale, e non v'ha dubbio che anche la segale adoperata da Purjewitsch doveva presentare l'isolamento delle cellule dell'albume al pari di quelle usate da me.

Le seguenti esperienze mostrano che si tratta realmente di un *enzima citasico.*

Si pestarono numerosi semi di segale che erano stati in acqua per due giorni e vi si aggiunse 25 cmc. di acqua e 25 di glicerina e timolo. La poltiglia fu spremuta per panno. In questo estratto furono poste sezioni di cotiledoni di *lupino* bollite in acqua distillata per 20 minuti; e il tutto fu posto a digerire in stufa a 47°.

Dopo 12 giorni le sezioni furono esaminate al microscopio; e si notò che, in confronto di quelle che non erano state poste nell'estratto, mostravano gli strati di emicellulosa notevolmente corrosi.

Per provare che questo enzima provenisse dallo scutello o fosse nelle cellule dell'endosperma si fecero nel modo suddetto due estratti separati degli albumi e dei semi interi.

In questi estratti furono poste le solite sezioni di lupino bollito in acqua e lasciate digerire a 47°.

Esaminate le sezioni dopo 9 giorni in ambedue i casi furono trovati gli strati di emicellulosa corrosi.

In questi estratti furono poste anche sezioni di semi di *segale*, le quali dopo solo due giorni avevano perso completamente il tessuto amilifero, non restando della sezione che le cellule ad aleurona e i tegumenti del seme.

Da ciò si conclude che nell'endosperma di segale vi è presenza di *citasi* e che questa non proviene dallo scutello. Infatti è vero che i semi erano rimasti per 24 ore in bagno prima che da essi fossero staccati gli scutelli con gli embrioni, tempo che potrebbe sembrare sufficiente per permettere il passaggio dell'enzima dallo scutello nell'endosperma, ma è facile constatare che se si pongono a svotare nel modo solito endospermi di segale da cui sia stato staccato lo scutello e l'embrione prima del rammollimento in acqua, si osserva sempre il medesimo fenomeno del rapido isolamento delle cellule.

Come poi hanno mostrato le procedure dirette ad allontanare l'amido dalle sezioni per lo studio citologico dei nuclei, la *citasi di orzo* discioglie altrettanto rapidamente le pareti cellulari di *segale* e di *frumento*, mentre non ha azione su quelle di *mais*.

La segale non è dunque la sola a fabbricare energiche citasi non appena iniziata la germinazione.

Si fece anche per la segale la prova dell'amilasi, per vedere se essa esista nell'endosperma allo stato di *proenzima*.

Pesai perciò gr. 23.5 di semi secchi, li misi a rammollire per 24 ore e staccai poi gli scutelli e gli embrioni dagli endospermi. Pestai separatamente questi ultimi aggiungendo 20 cm^3 di HCl 0.01 norm. e 80 cm^3 di acqua: poltiglia A.

Altrettanto feci per gli scutelli e gli embrioni: poltiglia B. Temp.: 18°.

DATA	Poltiglia *A*		Poltiglia *B*	
	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³	Zucchero in 5 cm³	Amilasi per 5 cm³
16 maggio .	mg. 7 di CuO (1)	Tracce di CuO (circa 4 mg.)	Tracce di CuO (circa mg. 2)	Tracce di CuO (circa mg. 2)
27 maggio .	» 83 »	mg. 25 di CuO	mg. 17 di CuO	mg. 24 di CuO
6 giugno .	» 73.2 »	» 129.9 »	» 29.2 »	» 25,6 »

(1) Si ebbe anche un precipitato colloide.

Anche nelle segale si ha formazione di amilasi da un proenzima che esiste nel seme in riposo, e ciò tanto nella poltiglia degli endospermi isolati, come nella poltiglia degli embrioni con scutello.

Ricerche sulla vitalità delle cellule dell'endosperma di segale.

(Segale cereale romana).

Plasmolisi. — In soluzioni di $Ca\,Cl^2$ al 20, 30, 37 % plasmolizzarono le cellule ad aleurona, ma non si potè avere alcun accenno di plasmolisi nelle cellule amilifere. Del resto vi è anche qui il solito inconveniente della presenza dei grani d'amido che impediscono una osservazione esatta.

Colorazione vitale. — Questo metodo in semi appena rammolliti dette tanto col violetto di metile quanto col bleu di anilina gli stessi risultati che pel frumento e per l'orzo, accennando così alla morte completa delle cellule dell'albume di segale.

Studio citologico del nucleo. — Le sezioni di segale poste in malto di orzo per l'allontanamento dell'amido vennero a perdere tutto il tessuto amilifero, non restando che il puro strato ad aleurona.

Poichè in questi endospermi si ha anche in principio di germinazione lo sfacelo del tessuto amilifero, non potei ottenere sezioni, su cui ripetere le colorazioni eseguite nelle tre graminacee precedenti.

Solo su di un endosperma, stato in bagno per *qualche ora*, potei fare alcune sezioni, che, dopo aver subito l'azione di acido tannico ed ematossilina, colorai con safranina. Risaltò così il nucleo nelle

cellule ad aleurona, ed il reticolo protoplasmatico nelle cellule amilifere senza però alcuna traccia di nuclei in esse.

Tentai anche di sezionare un endosperma di segale stato in camera di Koch in atmosfera di cloroformio, e fissato nella soluzione alcoolico-sublimato-picrica, ma le sezioni appena immerse nelle soluzioni coloranti si disfecero non lasciando intatto che lo strato di cellule ad aleurona, il che prova come in questo endosperma la digestione in atmosfera di cloroformio avvenisse con una rapidità quasi uguale a quella di avveniva all'aria libera. e come il tessuto amilifero fosse qui pure in completo disfacimento. Tutto ciò unito al completo sfasciamento delle cellule dell'endosperma fin dal primo momento di germinazione o di autosvotamento, è una prova dell'assoluta mancanza di vitalità in queste cellule.

Conclusione. — L'albume amilifero delle graminacee studiate: mais, orzo, frumento e segale, può digerire se stesso, però in grado molto diverso, da ciò i risultati diversi ottenuti dai vari autori.

L'autosvotamento nelle diverse specie può avvenire senza bisogno della vitalità delle cellule amilifere, poichè la digestione dell'amido si compie per l'azione acceleratrice di un enzima, che per l'influenza degli acidi diluiti o in presenza di ossigeno, si forma a poco a poco, da un *proenzima* che esiste nell'albume del seme in riposo, anche quando si sia con mezzi meccanici tolta ogni vitalità al tessuto di riserva.

Con ciò non è negata qualunque vitalità alle cellule dell'endosperma di queste graminacee, anzi i nostri studi conducono ad ammettere che la vitalità, la quale è certa per le cellule ad aleurona che si trovano alla periferia dell'albume, sia conservata anche negli strati posti subito al disotto dello strato aleuronico, ma che poi essa vada via via diminuendo fino a scomparire del tutto verso la parte centrale dell'albume, come pure nella porzione attigua allo scutello.

Ciò si vede chiaramente nel mais, il cui albume mostra nuclei ben netti, sebbene curiosamente deformati, nella porzione glutinosa che costituisce, per così dire, lo strato corticale dell'albume, mentre non si riesce più a metterli in evidenza nella porzione farinosa centrale che ne costituisce la polpa.

Nell'orzo e nel frumento invece, se un resto di vitalità è rimasto nelle cellule amilifere, essa si deve rintracciare nello strato subito sottostante a quello delle cellule ad aleurona mentre tutta la massa maggiore dell'endosperma può considerarsi morta.

Lo sfasciamento, completo fin dai primi momenti della germinazione, dell'endosperma di segale mostra come quivi l'albume sia completamente morto.

Il suo sfacelo accade per l'azione di una potente citasi, la quale precede l'azione dell'amilasi e che discioglie la lamella mediana, rimanendo per molto tempo intatta la membrana cellulosica, così che le cellule nuotano isolate, ma intere e con amido intatto, entro la cavità dell'endosperma, il quale oramai non esiste più come tessuto.

Un fatto simile, sebbene in grado molto minore e in un periodo più avanzato di germinazione, si nota anche nel frumento e nell'orzo, non però nel mais, sebbene anche nell'endosperma di questa graminacea si formi una citasi durante la germinazione.

Quindi le discordanze esistenti nei dati dei vari autori che studiarono questo argomento, provengono molto probabilmente dall'avere essi usato nelle loro esperienze diverse specie di graminacee: così Purjewitsch, Grüss e Linz che hanno sperimentato a preferenza con frumentone, non hanno torto se in complesso ammettono che il suo albume sia vivo, mentre Brown e i suoi collaboratori hanno ragione quando sostengono che l'albume di orzo è un magazzino morto di riserve alimentari.

Roma, R. Istituto Botanico. Agosto 1906.

SCRITTI CITATI.

1. Baranetzky. — *Die stärkeumbildenden Fermente in der Pflanze*, 1878, p. 19. 56-60.
2. Blociszewsky. — *Landwirtsch. Jarbücher*, III, p. 145 (1876).
3. Brown and Morris. — *Journal of the Chemical Society*, LVII, p. 458 (1890).
4. Brown and Escombe. — *Proceedings of the Royal Society*, London, LXIII, p. 412 (1898).
5. Detmer. — *Botanische Zeitung*, 1883, p. 601.
6. Gris. — *Ann. d. scienc. nat., Bot.* (5), II, p. 100 (1864).
7. Grüss. — *Ber. d. botan. Ges.* XI, p. 286 (1893).
8. — — *Jahrb. f. wiss. Botan.*, XXVI, p. 224 (1894).
9. — — *Beitr. z. wiss. Botan.*, I, p. 295 (1895).
10. — — *Ber. d. bot. Ges.*, XIII, p. 18 (1895).
11. — — *Landwistsch. Jahrbücher*, XXV, p. 431 (1896).
12. — — *Jahrb. f. wiss. Bot.*, XXX, p. 644 (1897)
13. Haberlandt. — *Ber. d. bot. Ges.*, VIII, p. 40 (1890).
14. — — *Physiologische Pflanzenanatomie.* III, Ediz. p. 444 (1904).
15. Hansteen. — *Flora, Erg. Bd.* p. 419 (1894).
16. Lintner. — *Journ. f. prakt. Chemie*, XXXIV, p. 378 (1886).
17. Lintner und Eckhardt. — *Journ. f. prakt. Chemie*, XXXVIII, p. 91 (1890).
18. Linz. — *Jahrb. f. wiss. Bot.*, XXIX, p. 267 (1896).
19. Longo. — *Annuario d. R. Istit. Bot. di Roma*, Vol. IX p. 1-89 (1901-902.)
20. Mosso. — *Archives italiennes de biologie*, p. 398 (1888).
21. Pantanelli. — *Malpighia* XVII, p. 462 (1903).
22. Pfeffer. — *Unters. aus dem. bot. Inst. z. Tübingen*, II, p. 601 (1886).
23. — — *Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss.*, p. 422 (1893).
24. — — *Pflanzenphysiologie*, II Edizione, I p. 518-603 (1897).
25. Pond. — *Annals of Botany*, XX, p. 181 (1904).
26. Puriewictsch. — *Jahrb. wiss. Bot.*, XXXI, p. 1 (1898).
27. Reed. — *Annals of Botany*, XVIII, p. 267. (1904).
28. Reychler. — *Ber. d. chem. Ges.*, XXII, p. 414 (1889).
29. Ruzicka. — *Archiv. f. ges. Physiol.*, CVII, p. 497 (1905).
30. Sachs. — *Botanische Zeitung*, p. 315 (1862).
31. Sargant and Robertson. — *Annals of Botany*, XIX, p. 115 (1905).
32. Van Tieghem. — *Ann. d. sciences. nat., Bot.*, (5), XVII, p. 205 (1873).
33. — — *Ibidem*, (6), IV, p. 180 (1876).
34. Wortmann. — *Zeitschr. f. physiol. Chem.* Vol. VII, p. 472 (1882).

Intorno al " Mappello „ di Leonardo da Vinci

del Prof. Mario Cermenati

Contributo agli studî vinciani ed alla storia della botanica

I.

Leonardo ed il napello della Valsássina (1)

Nel maggio del 1904 fui pregato di scrivere un'*Appendice* naturalistica ad una *Guida* per la Valsássina, compilata dal mio egregio amico prof. Magni di Introbio (2). E poichè l'editore mi aveva cortesemente imposto di esser breve e di far presto, così, in poche pagine ed a penna corrente, radunai alcune notizie intorno a quanto fu contemplato, osservato e studiato nella Valsássina in fatto di amenità e di prodotti naturali, sotto il titolo: *La Valsássina davanti ai naturofili ed ai naturalisti.*

Nel fare tale veloce rassegna — integrantesi con altri precedenti miei scritti su la medesima regione (3) — ho preso le mosse dalla

(1) Le successive contribuzioni svolgeranno i seguenti argomenti: *Storia del napello avanti e dopo Leonardo — Le fonti e le relazioni botaniche di Leonardo— Il « bello erbolaro » di Giuliano da Marliano.*

(2) Prof. Fermo Magni. *Guida illustrata della Valsássina* (Lecco, tip. Magni, 1904). — La Valsassina è uno de' più incantevoli, pittoreschi luoghi delle Prealpi lombarde, in provincia di Como, presso alla città di Lecco.

(3) *I nostri monti.* — Conferenza tenuta a Lecco il 16 marzo 1890. (Sondrio, edit. Quadrio, 1890).

— *Le bellezze naturali dei dintorni di Lecco.* — Introduzione alla *Guida di Lecco e dintorni* (Lecco, tip. Grassi, 1893). Estratto in-8 di p. 102, con fotoincisioni (Lecco, id., 1892).

— *La ghiacciaia di Moncodeno.* — Note per la storia dell'alpinismo lariano. Nella *Rivista mensile del Club Alpino Italiano*, vol. XVIII, n. 2. (Torino, Candeletti, 1899). Estratto in-4 di pag. 14. (Torino, *ivi*).

— *Lecco e dintorni nella letteratura itineraria.* — Prefazione alla *Guida-itinerario alpina descrittiva di Lecco*, ecc. del prof. Edmondo Brusoni (Lecco, frat. Grassi editori, 1903).

antichità classica, e sono venuto ai tempi attuali, ricordando via via i principali autori, che ci hanno tramandate, per le stampe o manoscritte, le rispettive impressioni estetiche o ricerche scientifiche su la natura valsassinese.

Mi sono così imbattuto — graditissimo ed emozionante incontro! - co'l sommo Leonardo da Vinci, il quale fece alla Valsássina l'alto onore di una sua visita, o, fors'anche, di più escursioni. Di che egli lasciò poi traccia, in uno dei fogli raccolti nel *Codice Atlantico* (1), con alcuni brevissimi appunti su i fenomeni e su le produzioni naturali della Valsássina stessa: e questi appunti, naturalmente, m'affrettai a riprodurre, come il migliore ornamento di quella mia modesta *Appendice*.

Leonardo in Valsássina.

Che Leonardo siasi recato in Valsássina e vi abbia direttamente osservati i fenomeni di cui fece menzione, io tengo per sicuro, vincendo ogni dubbio che taluno possa agitare al riguardo. Appoggio la mia opinione, non soltanto sui particolari che Leonardo dà della Valsássina, alcuni dei quali hanno tutto il carattere dell'osservazione immediata e personale, ma anche su altri suoi appunti, che evidentemente si presentano come vere e proprie annotazioni di viaggio.

Così in uno dei manoscritti della biblioteca del conte di Leicester, a Norfollk, riprodotto dal Richter, Leonardo, parlando delle sorgenti intermittenti, accenna alla celebre fonte pliniana del lago di Como, e dice testualmente: « *io per me n'ò veduto una in sul lago di Como detta Fonte Pliniana* ». Nel *Codice Atlantico*, discorrendo della vallata di Chiavenna, accenna alle « *buone osterie* » che vi si incontrano di miglio in miglio, e nelle quali « *c'è bon vivere a quattro soldi per scotto* »; e ricorda le cadute d'acqua « *le quali fanno bel vedere* ». E proprio là dove parla, come dirò appresso, delle montagne di Mandello, e d'altre cose notabili del Lario, aggiunge l'avvertenza: « *Queste gite son da fare nel mese di maggio* ».

Ora è chiaro che affermazioni e particolari di tale natura bastano per autorizzarci ad ammettere che Leonardo fu certamente sul lago di Como ed in Valtellina; e che, di conseguenza, fece una

(1) *Il Codice Atlantico di Leonardo da Vinci nella Biblioteca Ambrosiana di Milano riprodotto e pubblicato dalla R. Accademia dei Lincei, con trascrizione diplomatica e critica di* Giovanni Piumati. — Milano, Hoepli, 1894-1904; 35 fasc. in fol.) Vedi foglio 214 recto e verso del Codice e pagg. 755 e 760-61 della trascrizione.

punta anche nella Valsássina, le cui notizie raccoglie proprio accanto ai dati che si riferiscono a quelle due regioni.

Quando Leonardo da Vinci fu in Valsássina?

Non è possibile dare a questa domanda una precisa risposta, imperocchè sono varie le epoche che, da quanto sappiamo intorno alla permanenza di Leonardo in Lombardia, si potrebbero assegnare per quella o per quelle gite. Il grande artista-scienziato può aver preso occasione di visitare la Valsássina — e nello stesso tempo il lago di Como e la Valtellina — tanto nel primo periodo del suo soggiorno a Milano, alla corte di Lodovico il Moro — periodo che va dal 1483 al 1499 — quanto nel secondo — dal 1506 al 1513, salvo la gita a Firenze, pe' suoi affari privati, nell'autunno del 1507 — allorchè fu ospite del governatore francese in Milano Carlo d'Amboise, signore di Chaumont-sur-Loire, o del patrizio Girolamo Melzi a Vaprio.

Le maggiori probabilità sono per il primo periodo, forse quando, nel 1492, per ordine di Lodovico il Moro, fece i primi studi per rendere navigabile l'Adda. E ciò perchè troviamo accennato, negli appunti di Leonardo relativi alla Valsássina, un certo Ambrogio Ferreri, il quale « *fa venire il suo legname* » dalla valle d'Introzzo o del Varrone, compresa nella regione valsassinese.

Questo Ferreri (o Ferrario, o de Ferrari) era precisamente il commissario generale degli approvvigionamenti e delle opere pubbliche sotto Lodovico il Moro. Da Leonardo è ricordato ancora in un suo scritto autografo, che sembra la minuta di una lettera diretta da terza persona ai Fabbricieri di Piacenza, fra il 1490 ed il '99, ove dicesi che un certo Delsignore si è vantato « *d'esser compare di Messer Ambrogio Ferrere da cui ha buone promessioni* » (1). Inoltre figura in una lettera di Bartolomeo Calco, cancelliere ducale, in data 8 dicembre 1490, nella quale si comanda al Referendario di Pavia di avvisare i pittori maestro Bernardo di Genaro e maestro Bernardino de Rossi, che un giorno dopo ricevuto l'ordine vadano a Milano e si presentino ad Ambrogio Ferrario Commissario generale del Duca . . . (2). E figura ancora, come sovrintendente ai lavori del Castello di Milano, in un documento a firma Gualtero, in data 20 aprile 1498, dal quale si apprende che Leonardo venne incari-

(1) *Codice Atlantico*, 323 r. — Cfr. Carlo Amoretti, *Memorie storiche su la vita, gli studi e le opere di Leonardo da Vinci.* (Milano, tip. Giusti, Ferrario e C. 1804), pag. 56. — G. P. Richter, *The literary Works of Leonardo da Vinci*, ecc. (Londra 1883), vol. II, pag. 400. — Gustavo Uzielli. *Ricerche intorno a Leonardo da Vinci.* Serie prima, 2ª edizione.

(2) Cfr. Uzielli. — *Op. citata*, pag. 134.

cato dallo Sforza di sistemare, d'accordo con « Messer Ambrosio », la *Saletta negra* del Castello e di dipingerla, « *per modo che la stae bene* » (1).

L'Uzielli (2) congettura che Leonardo, nel settembre 1499, all'avvicinarsi dei francesi, che spodestarono Lodovico il Moro, dovette ritirarsi verso i monti del lago di Como, rientrando poi in Milano, dopo che i francesi vi si erano stabiliti e la calma era ritornata. Si potrebbe pertanto additare anche questa circostanza come adatta per una visita in Valsássina; ma essa è semplicemente ipotetica. Quel che è certo si è che, nel dicembre dello stesso anno, Leonardo, con Luca Pacioli e co'l fido Salai, lasciò Milano per rifugiarsi a Venezia.

Nel secondo periodo sono parecchi i momenti nei quali si può con tutta verosimiglianza allogare una escursione in Valsássina per parte del grande uomo. Ei può benissimo averle fatto una o più visite nell'occasione in cui villeggiò cinque mesi consecutivi (dalla metà di dicembre del 1506 alla metà di maggio del 1507) presso il suo amico Melzi a Vaprio: come pare siasi allora spinto anche su le montagne bergamasche, e specialmente in Valcava (3). Ma a questo

(1) Uzielli. *Op. cit.* pag. 319. — Verga Ettore. *Regesti vinciani* (in *Raccolta Vinciana*, Milano, 1906, fascicolo II, pag. 43).

(2) *Op. cit.*, p. 613.

(3) La notizia delle gite di Leonardo sui monti del Bergamasco, e particolarmente in Valcava, nel gruppo dell'Albenza, si desume da un sonetto pubblicato dal mio compianto amico conte Carlo Lochis, deputato per Caprino Bergamasco. Il sonetto è del poeta Guidotto Prestinari, contemporaneo di Leonardo (Cfr. Lochis C. *Prestinari* in *Bergamo*, *1887*) e poichè porta l'indicazione: « a Leonardo pho Fiorentino G. P. » l'Uzielli (Op. cit., p. 522) suppone con fondamento che si tratti proprio di Leonardo, filosofo (così deve interpretarsi il *pho*), mentre il Lochis, pur pensando al sommo artista, aveva tuttavia abbandonata l'ipotesi sia per la sostanza del sonetto, come per aver interpretato le lettere, che debbonsi leggere *pho.* per un abbreviativo di *patrizio* o di *petro.*

Il sonetto, ostico a Leonardo, accennerebbe dunque alle escursioni di questi in Valcava, con la quartina:

> Sin che valchava t'ebbi u' si trastulla
> Fra quelli boschi solitarij et hermi
> Per varij monstri e mille strani vermi
> Fosti balordo et anchor posto in culla;

quartina abbastanza strana che l'Uzielli così interpreta: « Mentre andasti a trastullo nei boschi solitari ed ermi della Valcava a raccogliere mostri e strani vermi (cioè animali viventi e fossili) fosti balordo e ancor posto in culla (ossia non desti se non che spiegazioni prive di buon senso e degne di un bambino). Invero la Valcava, che penetra nell'ossatura del Monte Albenza, è ricca di fossili: quanto poi alle giuste idee di Leonardo sui petrefatti, non è da meravigliarsi se fossero derise dai poeti del tempo, i quali avranno voluto seguire le fallaci teorie geo-paleontologiche propugnate dalla scienza ufficiale e scolastica d'allora.

riguardo occorre osservare che l'epoca invernale e primaverile non era propizia ad incontrare su quei monti, nel suo pieno sviluppo e nella sua vistosa fioritura, quella pianta di cui è oggetto questo studio, e che può supporsi abbia colpito, per la sua abbondanza e pel suo portamento, il visitatore.

Altre epoche assegnabili ai viaggi vinciani a Lecco — e da qui sul Lario od in Valsássina — corrisponderebbero all'anno 1509, oppure fra il 1511 e 1513. Nel 1509 Leonardo riprese e condusse a termine gli studî per rendere navigabile l'Adda da Lecco sino a Trezzo, e per completare e migliorare il canale della Martesana: può quindi darsi che abbia allora soggiornato parecchio tempo a Lecco, facendone come un quartiere generale per le sue escursioni.

Nel marzo del 1511 venne a morte Carlo d'Amboise, al cui governo ne succedette altro grettamente militare, nemico delle arti e delle scienze. Per il che ebbe a mancare la protezione che dianzi Leonardo godeva: esso fu perfino trascurato come inutil cosa. E maggiormente si lasciò in disparte quando, nel giugno 1512, rientrato nella capitale lombarda Massimiliano, figlio di Lodovico il Moro, si stabilì una amministrazione completamente avversa a quanti avevano serviti i francesi.

Sicchè, non più addetto a pubblici uffici od a servigi di corte, Leonardo, prima di partire per Roma (ciò che avveniva ai 24 di settembre del 1513) non fece altro che attendere alle sue predilette ricerche scientifiche. E però si sarà dedicato a quelle escursioni nell'agro milanese — di cui faceva parte il territorio lecchese e valsassinese — con le quali raccoglieva elementi per le sue positive speculazioni intorno ai fenomeni di botanica e di geologia.

Comunque sia intorno a queste date (e m'auguro possano essere stabilite con precisione dagli studiosi futuri; e forse qualche maggiore notizia si avrà quando saranno resi di pubblica ragione i manoscritti vinciani, che stanno nelle biblioteche inglesi) non ci può essere dubbio, ripeto, dal tenore degli appunti, che Leonardo constatasse *de visu* le naturali bellezze della Valsássina, della quale scrisse:

« *Valsasina viene di verso la Italia.* (1) *Questa è quasi di simile forma e natura; nasceri assai mappello, ecci gran ruine e cadute*

(1) Questa frase abbastanza strana: *Valsasina viene di verso la Italia*, non è stata spiegata, ch'io sappia, da alcuno: il Richter e l'Uzielli tacciono in proposito. A meno che la si voglia intendere per « viene dalla parte dell'Italia », ossia appartiene all'Italia (osservazione spiegabile trattandosi di una regione di confine prossima alla Svizzera grigione), io penso che possa interpretarsi riferendola alle carte topografiche dell'epoca, le quali rappresentavano la Val-

d'acque... In Valsasina, infra Vimognie e Introbbio, a man destra, entrando per la via di Lecco, si trova la Trosa, fiume che cade da uno sasso altissimo, e cadendo entra sotto terra, e lì finiscie il fiume (1). *Tre miglia più in là si trova li edifizii della vena del rame e dello arzento, presso a una terra detta Pra Sancto Petro, e vene di ferro, e cose fantastiche. La Grignia è più alta montagna ch'abbin questi paesi ed è pelata* ».

sássina come una valle che scendeva approssimativamente da nord a sud, partendo dal gruppo del Legnone e venendo a sboccare nell'Adda, poco sotto il ponte visconteo a Lecco. Questa curiosissima inversione della Pioverna appare infatti nelle più vecchie topografie della Lombardia che si conoscano, come quella d'ignoto autore edita a Roma nel 1558 e quella del milanese Giorgio Settala, pubblicata ad Anversa, e poi inserita nel celebre atlante di Abramo Ortelio, la cui prima edizione è del 1570. Lo stesso enorme errore ricompare nella *Lombardia alpestris*, parte occidentale, dell'atlante di Gerardo Mercatore, primieramente stampato nel 1585; e persino nella carta del lago di Como unita alla edizione del 1636 dell'opera cosmografica di Paolo Merula: *Italiae specialis membrum alterum* etc. (Amsterdam, Blaw)! Ammettendo, dunque, come corrispondente al vero questa rappresentazione topografica della Valsássina, si spiegherebbe la sua direzione verso l'Italia; nonchè la forma allungata del territorio valsassinese, che ricorderebbe ad un dipresso quella della penisola italiana.

Ho già notato nella mia *Appendice* che siffatta arbitraria rappresentazione ha però un significato geologico. È da supporsi che, assai prima dell'assetto attuale, risultato dagli ultimi movimenti orogenetici e dal lavorio glaciale, e prima che si fosse formato il ramo del lago di Lecco, esistesse una corrente fluviale, la quale partiva dalle alture fra il Legnone ed il Pizzo dei Tre signori, passava per la depressione di Casargo, scendeva ove oggi sorgono Introbio, Ballabio, Lecco e proseguiva per Valmadrera, continuando poi, suppergiù, l'attuale corso del Lambro. Questa corrente, unita ad altre, depositò il conglomerato (*diluvium* antico, che da alcuni è ritenuto pliocenico e da altri del principio del quaternario; e si conservò anche, tranne alcune varianti, per tutto il quaternario medio (*diluvium* medio). Contro il San Martino, a Rancio ed a Laorca sopra Lecco, affiorano conglomerati, che sono appunto le alluvioni di quella Pioverna a rovescio dei tempi quaternarî... e delle carte del cinquecento.

A proposito di carte topografiche, ricorderò che Leonardo ha nel *Codice Atlantico* (128 r 366 r) il seguente appunto: *Paesi di Milano in istampa.* Sarebbe questa, forse, un'antica carta topografica in silografia del Milanese?

(1) L'Uzielli, nel suo lavoro su Leonardo da Vinci e le Alpi, rileva quest'asserzione di Leonardo, che il torrente Troggia, dopo il salto formante la bellissima cascata, finisce sottoterra, invece di proseguire, come fa realmente, e di raggiungere subito dopo la Pioverna; e scrive: « A meno di supporre fenomeni tellurici, di cui del resto non è rimasto memoria, non si capisce come Leonardo dica che la Troggia era un fiume che *cade da un sasso altissimo e cadendo entra sotto terra e lì finiscie il fiume.* Nella mia *Appendice*, commentando le parole vinciane, io non esclusi che potesse trattarsi di un fatto tellurico, intervenuto temporaneamente, forse in seguito ad un terremoto, come

Ed a proposito della Val Varrone, o, com'egli la chiama, di Trozzo (dal paese d'Introzzo), appuntò (1): « *Questa valle produce assai abeti e pini e larici; è dove Ambrogio Ferreri fa venire il suo legname* ».

In questi rozzi e fugaci accenni Leonardo ha condensato ciò che si poteva dire di più saliente circa la Valsássina, regione oggi formata dalle due valli dei torrenti Pioverna e Varrone, fra di esse comunicanti mediante la depressione di Casargo; e che in antico comprendeva anche la valle d'Averara, tributaria del Brembo, e quella di Ésino, scendente a Varenna sul Lario.

Essi ci danno modo, in primo luogo, di rispondere con alcune congetture all'altra domanda: Quale via tenne Leonardo per recarsi in Valsássina? Se la frase: *Valsassina viene di verso la Italia* significa realmente che egli condivise l'errore dei cartografi del cinquecento, i quali facevano sboccare la valle della Pioverna a Lecco anzichè a Bellano, ciò potrebbe già far ammettere che non vi fosse entrato per la via di Lecco, salendo alla sella di Ballabio, nè per quella di Bellano, seguendo l'antica via a ritroso della Pioverna. Se queste strade Leonardo avesse tenuto, certamente si sarebbe accorto dello sbaglio topografico con cui si invertiva il corso del fiume; a meno che, come tante altre volte fece, egli non abbia segnato le sue note assai tempo dopo l'escursione, così a memoria ed alla rin-

lo stesso Leonardo spiega altrove, citando esempî di corsi d'acque scomparsi od apparsi durante i terremoti [*]; ma aggiunsi che poteva anche essere una semplice supposizione o leggenda popolare della quale, come in altre circostanze fece, il sommo autore volle prender nota. Ripensandoci meglio sono entrato nella convinzione che Leonardo abbia ciò scritto metaforicamente, cogliendo al volo l'espressione di qualche valligiano presente con lui davanti alla cascata, la quale meglio si contempla standole di fianco, a metà circa del salto. La nube formantesi per gli spruzzi abbondanti, che si spandono nell'aria quando la colonna d'acqua batte in terra, non permette più di vedere dove il fiume vada a finire, sicchè sembra che si sprofondi nel sottosuolo. Difatti Paride Cattaneo della Torre, che dettò una descrizione della Valsássina nel 1571, accenna a tal fenomeno, dicendo della Troggia che « da un alto precipizio tanto strabocchevolmente dirocca, che al basso giungendo nè fiume più nè acque veder si pole et questo dal fiume, vento, nebbia, polvirio, che fino alle stelle se ne sale adviene ». (*Descrittione della Valsassina* in *Documenti inediti riguardanti la storia della Valsassina e delle terre limitrofe* editi dall'ing. Giuseppe Arrigoni, Milano 1857-61).

(1) *Codice Atlantico*, ivi.

[*] « Come son vene che per terremoto o altri accidenti subito nascono e subito mancano; e questo accade in una montagna in Savola, dove certi boschi sprofondarono e lasciarono un baratro profondissimo e lontano circa 4 miglia di lì s'aperse il terreno in certa spiaggia di monte, e gittò una subita innondazione grossissima d'acqua, la quale nettò tutta una vallata di terreni lavorativi, vignie e case e fece grandissimo danno ovunque discorse ». (Mss. *Leicester Library*, 11 b.).

fusa (1), e magari con una di quelle errate carte topografiche sott'occhio.

Allora meglio si spiegherebbe anche l'errore suo, se è proprio da esso che dipende l'espressione su citata; e, naturalmente, la spiegazione tornerebbe più ovvia, ammettendo addirittura che Leonardo non fosse stato sul posto, ed avesse avuto quelle notizie per informazioni, o magari copiandole da qualche scritto che gli capitò tra le mani, come sovente usava. Ma io credo per certo, come già ho detto, che il grand'uomo fu realmente in Valsássina, e suppongo che per recarvisi abbia tenuto — lui alpinista (2) e botanico — la via più alpinistica e più propizia alle erborizzazioni (3), attraversando, cioè, il gruppo montuoso delle due Grigne (Grigna settentrionale o di Moncódeno, Grignone, Grigna propriamente detta; e Grigna meridionale, o di Campione, Grignetta) che separa la Valsássina dal Lario.

A questa congettura possono dar credito parecchie circostanze. Anzitutto Leonardo indica quale montagna più alta della Valsássina la Grigna, che nota essere « pelata », raccogliendo il nomignolo (come assai più tardi lo raccoglieva il Grossi pel suo *Marco Visconti*) dalla viva voce di quelle popolazioni, che ancora oggi così contraddistinguono il brullo colosso del Grignone. Tace quindi del Legnone e del Pizzo dei Tre Signori e d'altre vette valsassinesi, che sono più alte di esso; ed in altro punto ne riparla, genericamente chiamandolo « montagna di Mandello », là dove accenna all'orografia lariana: « *E i maggiori sassi scoperti che si trovino in questo paese, sono le montagne di Mandello vicino alle montagne di Leche e Gravidonia inverso Bellinzona a 30 miglia da Lecco e quelle di valle di Ciavenna, ma la maggiore è quella di Man-*

(1) Che Leonardo non seguisse ordine di sorta nelle annotazioni sui suoi libretti, abbondano gli esempî. Uno fra questi è là dove scrive: « *A Bormi sono i bagni; sopra Como 8 miglia è la Pliniana* », nominando così l'una accanto all'altra due località che distano fra di loro intorno a 150 chilometri!

(2) Cfr. su Leonardo considerato come alpinista: Freshfield Douglas W., *The Alpine notes of Leonardo da Vinci* (in *Proceedings of the R. Geograph. Society* ecc. di Londra, vol. VI, n. 6, giugno 1884; recensione in *Rivista mensile del C. A. I.*, vol. IV, 1885). — Uzielli Gustavo, *Leonardo da Vinci e le Alpi* (in *Bollettino del Club Alpino Italiano*, anno 1889, v. XXIII, n. 56, (Torino, Candeletti, 1890, con sette carte in facsimile; Estratto di pag. 76, Torino, *ivi*). — Max Jacobi, *Leonardo da Vinci als Alpinist*. Beilage zur *Allgemeinen Zeitung*, Monaco di Baviera, 9 luglio 1904, n. 155.

(3) Il gruppo delle Grigne è assai interessante per la sua florula e come tale fu visitato e lo è tuttodì da molti botanici, che ne perlustrarono attentamente i fianchi e ne salirono le cime.

dello (1), *la quale à nella sua base una buca di verso il lago, la quale va sotto 200 scalini e qui d'ogni tempo è diaccio e vento* ».

Pertanto, secondo Leonardo, la Grigna settentrionale sarebbe più alta, non solo delle montagne di Lecco (Resegone), il che risponde al vero; ma persino di quelle sopra Gravedona e Chiavenna, che sono esse invece notevolmente più elevate. Ora: a parte che siffatti errori altimetrici non debbono stupire in un'epoca ancora lontana da quella in cui si poterono ottenere le prime misure relativamente esatte circa l'altezza dei monti, io inclino a scorgere in questa attribuita superiorità alla Grigna settentrionale, in confronto alle montagne dell'alto Lario e della valle del Mera, una prova — di ordine, direi quasi, subiettivo, psicologico — che Leonardo, mentre non fu su queste, salì invece sulla Grigna, e, se non sulla punta estrema, certo fino a buona altezza. Onde la Grigna, e pel selvaggio imponente aspetto con cui si presenta guardandola da Mandello, e per le fatiche dell'arrampicata — allora assai più difficile per mancanza di sentieri — e per la gigantesca maestà delle ultime rupi dalle forme le più strane, e per la smisurata vista che di lassù si gode, e che permette di identificare parecchie centinaia di vette del diadema alpino e prealpino, gli avrà lasciata l'impressione di essere proprio la più alta ed aspra fra quante si estollono nella zona circostante, compresa fra Lecco, Gravedona e Chiavenna.

Anche il cenno ch'egli fa della buca « *la quale va sotto 200 scalini*, ecc. » serve a comprovare la sua ascensione, o, quanto meno, la sua traversata della Grigna.

Come altrove ebbi occasione di dichiarare (2), io penso che questa *buca* possa essere (fra le tante caverne naturali ed artificiali che

(1) L'Uzielli (*Leonardo e le Alpi*) identifica le « montagne di Mandello » per la Grigna meridionale o Monte Campione. Ma è chiaro, anche pei riguardi della maggiore altezza, che con quella locuzione Leonardo intendeva riferirsi alla Grigna settentrionale o di Moncódeno, come giustamente aveva già interpretato il Freshfield.

(2) Cfr. la mia nota: *La ghiacciaia di Moncódeno*, già citata. L'Uzielli (*Leonardo e le Alpi*) scrive: « Certamente questa buca non era se non una galleria abbandonata di una delle numerosissime miniere di piombo, di ferro, o di rame scavate in quelle regioni fino dai più remoti tempi » e cita in appoggio l'Amoretti. Il quale (*Viaggio da Milano ai lre laghi*, sei edizioni, Milano 1794, 1801, 1806, 1814, 1817, 1824) ricorda come nel monte che sta dietro a Mandello siano antiche miniere abbandonate. Anche Domenico Vandelli nel suo inedito *Saggio di storia naturale del Lago di Como, della Valsassina*, ecc., di cui parlo più avanti, e che rimonta al 1762, accennò a questi antichi cunicoli, e fra essi ne descrisse uno di piombo nel cosidetto Monte della Miniera, avente la bocca verso ponente (quindi verso il lago) ed internantesi nella montagna per oltre

stanno nel gruppo delle Grigne) la cosidetta *ghiacciaia di Moncódeno*, che si trova presso l'alpe omonima sul fianco nordico del Grignone, che scende a formare la Valle dei Molini, tributaria della Pioverna: e che per la sua celebrità dovette certo attirare l'attenzione di Leonardo, come più tardi l'attirò di tanti geologi, compreso quel valoroso pioniere della scienza della terra che fu Nicola Stenone, il quale la visitò e la descrisse. Leonardo può appunto essersi recato in Valsássina per questa via: salì da Mandello, per la Val Meria ed il valloncello di Prada, alla bocchetta di questo nome, a settentrione della vetta della Grigna maggiore: da quì, con breve cammino, fece una punta alla Ghiacciaia, e poscia discese per la valle dei Molini in Valsássina al villaggio di Prato San Pietro.

Difatti Mandello e Prato San Pietro sono due paesi che l'autore del *Codice Atlantico* espressamente ricorda. E della Valsássina, oltre a Prato San Pietro, non cita che Vimogno ed Introbio, cioè solo i paesi centrali della valle, e nessuno di quegli altri che stanno verso Lecco o verso Bellano. Possiamo quindi supporre che nel ritorno abbia rifatta la stessa via; oppure percorsa una variante, valicando uno dei tre passi a sud della Grigna-vetta: la bocchetta di Releccio (che è prossima alla cima), il passo della Bassa, od il Buco di Grigna, i quali mettono parimenti in comunicazione la Valsássina con la valle

trecento metri: « Entrai in questo abbandonato ed antichissimo cunicolo di miniera, che subdividesi in molte laterali gallerie; la maggiore avrà di lunghezza mille piedi parigini, e forse più oltre internavasi; ma i caduti sassi ne impediscono l'ulteriore ingresso ».

Ma io osserverò che, se veramente colà ci sono parecchie buche artificiali, più o meno profonde e fredde, non mancano anche le naturali, perchè l'intera Grigna, per la sua natura dolomitica, è, si può dire, sforacchiata da tutte le parti. Presso la bocchetta di Prada, p. es., c'è un pozzo verticale di parecchie diecine di metri, detto il *Buco della Vacca*, in memoria certo di qualche vacca cadutavi; ed invero gli alpigiani hanno cura di tenerlo coperto con legnami e fronde per evitare che il bestiame vi caschi.

Non nascondo tuttavia le difficoltà che sorgono dalle due espressioni di Leonardo: e cioè, la buca trovasi « *alla base* » della montagna di Mandello e « *di verso il lago* »; ciò che non può dirsi della Ghiacciaia di Moncódeno. Parrebbe quindi più esatto pensare ad un pozzo ai piedi della Grigna e di faccia al lago. In val Meria, nella località denominata *Fontana dell'acqua bianca* ad un'ora e mezza da Mandello, esiste una caverna bellissima, internamente spaziosa e di profondità inesplorata, nella quale spira aria fredda; è detta la *Grotta del Rame* ed anche « la ferréra » in omaggio alla tradizione che la considera un'antica miniera di ferro abbandonata. Pure il VANDELLI (op. cit.) cita la grotta della Ferriera, e giustamente osserva che contrariamente a quanto apparirebbe dal nome, essa è « una grotta dalla natura formata; il suo piano è ineguale, con alti risalti e profondissime perpendicolari fenditure ».

che scende a Mandello. Come può anche darsi che una di queste tre strade sia stata da lui tenuta nell'andata, quando salì da Mandello, e che la Val dei Molini l'abbia percorsa nel ritorno; e, se si spinse sulla vetta, può esservi salito tanto dalla bocchetta di Prada quanto da quella di Releccio.

Leonardo cita anche la « *via di Lecco* »; ma ciò non implica che egli l'abbia seguita, venendo proprio da Lecco. In questo caso non avrebbe detto: « *infra Vimognie e Introbbio, a man destra entrando per la via di Lecco* », bensì « *infra Introbbio e Vimognie* ecc. » perchè, venendo da Lecco, s'incontra dapprima Introbio, sulla destra della Pioverna, e poscia Vimogno. Del resto egli può benissimo, per un buon tratto, aver battuto la « *via di Lecco* », sia nell'andata come nel ritorno, se nel traversare la Grigna tenne una delle tre mentovate vie meridionali, che fanno capo a Pasturo od a Balisio.

Che poi non abbia affatto seguita la via da o per Bellano, ciò emerge evidente dal suo silenzio circa il celebrato *Orrido*, che la Pioverna forma sbucando verso il lago; fenomeno grandioso ed assai più impressionante che non sia la cascata della Troggia, che invece ricorda. Leonardo che, fors'anche in relazione ai suoi studii d'ingegneria idraulica, menziona ne' suoi appunti tante fonti e cascate della regione lombarda, non avrebbe certo taciuto dell'*Orrido* di

E il ghiaccio allora? Bisognerebbe intendere *diaccio* unicamente per freddo intenso; ma osservo che, in buona lingua, *diaccio*, come aggettivo, significa *ghiacciato*, mentre usato come sostantivo indica tutt'altro, e precisamente il campo ove i pastori racchiudono il gregge, circondandolo con rete o palizzate. Del resto può darsi che Leonardo, scrivendo forse queste sue note a distanza di tempo dal sopraluogo, avesse poi fatto qualche confusione, cadendo in inesattezze altimetriche o d'orientazione; di che non sono immuni non pochi de' suoi appunti.

Quanto alla *base*, si potrebbe intendere: alla base della parte superiore della Grigna, cioè al disopra dei pascoli, ove la montagna si fa per davvero pelata. La Ghiacciaia di Moncódeno è situata proprio là dove finiscono gli ultimi prati di Valle dei Molini, e comincia a levarsi, con rapidissimo pendio, il dorso affatto nudo del Grignone, che talora si presenta in enormi scogliere dalle bianche pareti a picco. E i duecento scalini? La Ghiacciaia di cui è parola, pel suo ghiaccio inesauribile e purissimo, fu continuamente sfruttata nei secoli andati, durante il periodo estivo; e, specialmente nelle annate secche e calde, grandi quantità di quel ghiaccio venivano portate a Milano. Gli scalini, pertanto, erano scavati nel ghiaccio medesimo man mano veniva esportato; e secondo la descrizione che fece della Ghiacciaia Giuseppe D'Adda per comunicarla al dott. Bartolomeo Corte, che a sua volta la mandò ad Antonio Vallisneri (*Raccolta di varie osservazioni spettanti all'istoria medica e naturale*, Venezia 1728) il piano del ghiaccio, nell'estate del 1725, arrivava « fino a duecento braccia di profondità ».

Bellano, se, in occasione del viaggio in Valsássina, egli l'avesse veduto.

Un'ultima congettura, che potrebbe mettersi avanti, è questa. Entrato in Valsássina, valicando la Grigna, Leonardo forse passò dalla valle della Pioverna in quella del Varrone, per la depressione di Casargo o per la valle della Troggia; e dalla Val Varrone uscì a Dervio, oppure entrò in Valtellina per la bocchetta di Trona, o quella di Varrone, che mettono in Val Gerola, scendente a Morbegno. Quest'ultima supposizione si fonderebbe su'l fatto che il cenno leonardiano relativo alla Val Varrone non trovasi unito a quello della Valsássina, bensì ad altro riguardante la Valtellina, quasichè Leonardo considerasse la Val Varrone come parte od appendice della Valtellina. Invero, subito dopo aver detto della valle di Trozzo e del Ferreri, continua annotando: « *In testa della Valtellina è le montagne di Borme, terribili e piene sempre di nere: qui nasce ermellini* ».

Da Leonardo escursionista passiamo a Leonardo naturalista. Quelle poche parole che egli ci ha tramandate su la Valsássina ci presentano il sommo artista-scienziato intento alle sue predilette ricerche di storia naturale, ed in pari tempo ci attestano come la Valsássina lo abbia da questo punto di vista assai interessato.

Egli rimase colpito dagli spettacoli di dinamica terrestre, ond'è esuberante questa splendida plaga prealpina; e ricordò le grandi rovine e le cadute d'acqua ivi esistenti, con speciale accenno alla rinomata cascata della Troggia, la quale, come ha esercitato il pennello di tanti pittori ed acceso l'estro di tanti poeti, così non poteva certo sfuggire all'ammirazione di quell'anima di pittore e di poeta-naturalista per eccellenza.

Nella frase semplicissima: « *e cose fantastiche* », che ha del dantesco e dello shakesperiano ad un tempo, ognuno, che abbia dimestichezza coi paesaggi delle montagne calcaree e dolomitiche, vede sintetizzati tutti i curiosi fenomeni svariatissimi, che caratterizzano siffatte regioni. E la Valsássina, la quale per una buona metà, specie nel massiccio della Grigna, è appunto costituita da roccie calcaree e dolomitiche, nonchè da marne e da arenarie facilmente lavorabili dagli agenti meteorici, presenta un vero teatro di cose fantastiche, che formano la delizia del viaggiatore e dell'alpinista. Ci sarebbe da cavarne una serie interminabile di illustrazioni fotografiche, una più bella e più interessante dell'altra, per un trattato su la degradazione meteorica o denudazione delle terre!

Leonardo accennò poscia alle precipue produzioni metalliche dell'alpestre regione, ed alle materie che il regno vegetale forniva per

le grandiose costruzioni, alle quali era sempre fisso il suo pensiero di ingegnere, di architetto e di idraulico. Tra le prime noverò, in scala di nobiltà decrescente, l'argento, il rame ed il ferro.

Ricchissima di galene argentifere, fu, ed è ancora, la Valsássina; e quando nei tempi andati le terre d'oltre mare non riversavano nell'Europa, come fanno oggi, enormi quantità di argento, alla fornitura di questo metallo essa concorreva coi distretti più celebrati. Ond'è che Paolo Giovio, nell'elogio di Martino Torriani (1), ebbe a dirla « *argentifodinis clara* », espressione ricopiata poi dall'Henninges (2); e forse essa si meritò una visita del celebre senese Vannoccio Biringucci, emulo d'Agricola, che, appunto per studiare e ricercare miniere argentifere, viaggiò, nel secondo quarto del cinquecento, per l'Italia settentrionale e per la Germania. Domenico Vandelli, del quale dirò più avanti, trovò nel 1762 numerosi indizî di vetuste miniere di galena argentifera a Cortabio, a Falpiano presso Vimogno, al Canale del Ceppo ed al Pendaglio presso Introbio, ed altrove: testimonianze indubbie delle antiche escavazioni abbondanti.

Anche di rame, nelle epoche trascorse, la Valsássina è stata generosa produttrice, con le sue calcopiriti frequenti nei terreni permiani; e quanto al ferro, questo, per lunghi secoli, dai primordî dell'êra cristiana alla metà dell'ottocento, vi fu scavato in tale grandissima abbondanza, sotto forma di siderosio e di limonite, da meritarle il titolo, che leggesi in varie carte antiche, di « terra classica del ferro » (3).

Tra le produzioni vegetali Leonardo indicò gli abeti, i pini, i larici, i quali a' suoi giorni coprivano, con fitto manto rigoglioso, i fianchi delle aspre montagne di Val Varrone, che dividono la Valsássina dalla Valtellina, col Legnone alla testa. In quelle grandiose

(1) In *Elogia virorum bellica virtute illustrium veris imaginibus supposita, quae apud Musaeum spectantur* (Firenze, Torrentino, 1551), tradotti in italiano da Lodovico Domenichi: *Gli elogi, vite brevemente scritte d'huomini illustri di guerra antichi et moderni* (Firenze, Torrentino, 1554; Venezia, Lorenzini, 1559). Altre edizioni latine: Basilea 1561; *Elogia virorum bellica virtute illustrium, septem libris jam olim ab authore comprehensa et nunc ex ejusdem musaeo ad vivum expressis imaginibus exornata* (Basilea, Perna, 1575 e 1596).

(2) *Theatrum genealogicum*, Tom. III. pag. 1113.

(3) Chi desiderasse avere notizie sulle escavazioni del ferro che facevansi ne' tempi andati, risalendo fino all'epoca romana, in Valsássina, potrà consultare con profitto l'Arrigoni (*Notizie storiche della Valsássina e delle terre limitrofe dalla più remota età sino all'anno 1844;* 1ª ediz. Milano, Pirola, 1840-47; 2ª ediz. aggiornata fino al 1888, Lecco, Grassi, 1889, ed il Curioni (*L'industria del ferro in Lombardia*, Milano, Bernardoni, 1860).

foreste, puntelli e chiavi per l'ossatura dei monti, alloggiavano orsi, lupi, cinghiali, e cercavano ospitalità invernale stambecchi e camosci; ma fin dall'epoca di Leonardo, com'egli disse, si traevano da esse grandi quantità di legnami: e la continua esportazione finì per assottigliarle sempre più, sino alla quasi totale loro distruzione.

Ed eccoci ad un ultimo prodotto naturale, che Leonardo da Vinci menziona come abbondante in Valsássina, e cioè il *mappello*. Laconicamente egli scriveva: « *nascevi assai mappello* ».

Il significato di « mappello. »

Io debbo confessare che, allorchè lessi per la prima volta questa frase, mi trovai parecchio imbarazzato a darne spiegazione. Pensai simultaneamente che potesse trattarsi di un animale, come di una pianta, come di una pietra, perchè nei vecchi testi il verbo *nascere* usavasi indifferentemente, sia per l'*habitat* degli organismi, sia per la topica dei minerali. Lo stesso Leonardo, subito dopo negli appunti a proposito delle montagne del Bormiese, annotava: *qui nasce ermellini.*

Prima però di accingermi da solo alla interpretazione del vocabolo, volli verificare se qualcuno dei commentatori de' manoscritti vinciani già l'avesse additata; ma, da quanti potei consultare, non ebbi lume di sorta.

Giovanni Piumati, nella sua trascrizione diplomatica e critica del *Codice Atlantico*, riporta testualmente: « *mappello* », senz'altro aggiungere, nè fra parentesi, nè a piè di pagina, a dilucidazione della parola. Una delle due: o il Piumati conobbe cosa fosse il « *mappello* » e credette il vocabolo tanto conosciuto, da non richiedere spiegazioni; o non ne comprese neppur lui il significato e, trascrivendo materialmente, preferì star zitto. E però, dopo consultata l'edizione lincea del *Codice Atlantico* — ammirevole lavoro pel quale il Piumati merita ogni plauso più caldo — io ne seppi quanto prima.

Maggiore oscurità incontrai nella ben nota antologia vinciana di Gian Paolo Richter (1). L'illustre inglese, cotanto benemerito per le sue pazienti indagini e le sue dotte conclusioni intorno ai manoscritti di Leonardo, riferisce per intero il frammento relativo alla Valsássina. Ma alla parola « *mappello* » fa tanto di richiamo, per affermare bruscamente in nota: « *The meaning of mappello ist unknown* ». (Il significato di mappello è sconosciuto! Possibile? fu la mia spontanea esclamazione a così dura sentenza.

(1) *The literary Works of* Leonardo Da Vinci, *compiled and edited from the originals manuscripts by* J. P. Richter, *Ph. Dr. in two volumes.* (London, Sampson how, ecc., 1883), v. II, p. 237.

Anche nell'interessantissimo scritto di Gustavo Uzielli: *Leonardo da Vinci e le Alpi*, nel quale si illustrano con molto acume gli appunti dei viaggi in montagna di quel grande, nessun chiarimento. Il valoroso leonardista commentò con intelletto d'amore le parole che riguardano la Valsássina: ma, mentre diede spiegazione d'altre cose, scivolò su 'l *mappello*, tacendone nel testo; e nelle appendici, riportando il periodo intitolato « *In Valsasina* », giunto al vocabolo in questione non fece altro che accompagnarlo con un: [*sic*].

Quel: [*sic*] poteva indicare un errore nella scrittura della parola, il cui senso era però noto all'Uzielli: oppure, viceversa, stava a significare come anche a questo profondo vinciano fosse tornato nuovo ed oscuro il vocabolo. Nel dubbio, pensai bene di interpellare direttamente l'Uzielli stesso, chiedendogli se, quando scrisse la memoria di cui sopra, sapeva che cosa fosse il « *mappello* » o se, nell'intervallo di quasi quindici anni, con tante ricerche da lui fatte intorno alle cose di Leonardo, avesse potuto scovarne il significato.

Il cortese ed erudito naturalista e geografo mi rispose subito con una cartolina da Firenze, in data 22 giugno 1904, nella quale mi annunciava che nel 1888-89, allorchè dettava la memoria in questione, dovette « fare ricerche speciali ed infruttuose », dal momento che aveva apposto quel [*sic*], equivalente ad un punto interrogativo. Soggiungeva: « Il Richter che per la sua importante, per quanto informe raccolta, ebbe aiuti di dottissimi lombardi, tra i quali l'abate Ceriani dell'Ambrosiana, pone in nota, vol. II, p. 237, nota 14: « *The meaning of mappello ist unknown.* » E concludeva: « Non rimane che rivolgersi al prof. Trombetti! », alludendo al valente poliglotta in quei giorni diventato ad un tratto celebre per la sua opera premiata dall'Accademia dei Lincei.

Questa risposta di persona tanto autorevole, e tanto addentro nei segreti vinciani, mi tolse lì per lì la speranza di trovar subito il significato del vocabolo. E però, tempestato da lettere e da telegrammi dall'editore, impaziente di metter fuori la *Guida* prima dell'aprirsi della campagna alpinistica, licenziai le bozze della *Appendice*, senza poter dare alcuna spiegazione della parola *mappello*, ma riserbandomi espressamente (1) di farne in seguito oggetto di studio.

(1) In fatti scrivevo in nota a pag. 194 (16 dell'estratto): « Mi riserbo tuttavia di fare ulteriori ricerche al proposito [circa gli uccelli ircani], come pure pel *mappello* di Leonardo da Vinci... » Gli uccelli *ircani* sono menzionati nella già ricordata *Descrittione della Valsássina* di Paride Cattaneo della Torre: ed ho recentemente identificati anche questi per me allora enigmatici esseri, come dimostro in una memorietta già pronta per le stampe. E così ho mantenuto entrambe le promesse!

Ma ecco che — avviene sempre così! — pochi giorni dopo, come se fosse la più facile e natural cosa di questo mondo, trovai la desiderata spiegazione, non senza meraviglia di non averla subito colta al volo, al primo incontro con l'enigmatica parola!

Per una improvvisa idea suggeritami dall'analogia di *mappello* con *napello*, fermai la mia attenzione su questa specie vegetale, scartando la congettura che, nel frattempo, avevo mulinato di una probabile, per quanto stiracchiatissima, derivazione di *mappello* dal latino *mappa* (tovagliola, salvietta, ecc.), per indicare il lino o la cánapa, da cui ricavasi la materia prima per fabbricare la tela.

Tornai subito a consultare i vecchi testi di botanica, di materia medica, di tossicologia, ecc., ed i più reputati dizionarî di queste dottrine: ma in nessuno dei libri, che mi fu possibile in quei giorni avere tra mano, vidi indicato *mappello* o *mapello* come equivalente di *napello*, o *nappello* (1), o *malapelle* (2).

Considerai allora che gli appunti, dei quali Leonardo aveva tempestato i taccuini, che seco portava durante le escursioni, non potevano essere — come non lo sono — modelli di lingua o di stile, se non altro per la fretta con cui venivano segnati. E poichè il sommo non soltanto appuntava ciò che vedeva o toccava con mano, o ciò che trovava scritto nei libri che capitavangli sott'occhio, ma teneva nota fedele anche di ciò che gli veniva riferito dai contadini o montanari con i quali imbattevasi, così sospettai che *mappello* fosse la italianizzazione di una voce dialettale da lui udita, e indicante appunto il napello dei botanici.

Lontano in que' giorni dalla regione valsassinese non potei su'l momento controllare direttamente la fatta supposizione (ciò che constatai

(1) Trovasi scritto *nappello* (con due *p*) in varî autori, p. e.: MATTIOLI (*Il sesto libro di Pedacio Dioscoride Anarzabeo in cui si tratta dei rimedî dei veleni mortiferi* ecc. Ediz. di Venezia, Valgrisi, 1551 ed altre); TENORE M. *Saggio sulle qualità medicinali delle piante della flora napoletana* (Napoli 1808); VALMONT DI BOMARE, *Dizionario ragionato universale di Storia naturale*, Trad. ital. Tre edizioni: Venezia, Milano, 1766-71, 12 vol.; Napoli, Coltellini, 1788, 12 vol. Roma, Puccinelli, 1701-1804).

(2) *Malapelle* o *aconito malapelle* come sinonimo di *napello* trovasi indicato da varî botanici e farmacologi italiani; p. e. TARGIONI-TOZZETTI (*Dizionario botanico italiano*, II. edizione, Firenze 1825; BERTOLONI (*Flora italica*, vol. V, Bologna 1842, p. 420); CASSONE (*Flora medico farmaceutica*, Torino 1847); GUARESCHI (*Commentario della farmacopea italiana e dei medicamenti in generale, ad uso dei farmacisti, medici, veterinari, studenti*, ecc., Torino, Unione Tip. Ed., 1877, parte I, vol. I, p. 149); CORREVON (*Flora alpina tascabile per i touristi nelle montagne dell'alta Italia, della Svizzera, della Savoia, del Delfinato, dei Pirenei, del Giura, dei Vosgi*, ecc. con 144 tavole colorate Torino, Clausen, 1898, p. 13); ecc.

pienamente un mese dopo dalla viva voce parlata degli abitanti della Valsássina e dei monti lariani): ma bastò ch'io aprissi il *Vocabolario dei dialetti della città e diocesi di Como* di Pietro Monti (1) per avere la conferma desiderata. Infatti a p. 136 di tal dizionario è segnata la parola *mapêl* come corrispondente dialettale di *napello*. E consultando contemporaneamente il *Saggio sui dialetti Gallo-Italici* (2) del Biondelli trovai indicato *Mapèl* per *Aconitum Napellus* in dialetto bresciano.

Messo così sulla buona strada non faticai a trovare nelle flore locali ed in alcuni dizionarî la stessa spiegazione. Il Comolli, nella sua *Flora comense* (3), dà *mapell* e *napell* come nomi dialettali dell'*Aconitum Napellus;* e lo Scotti, nella sua *Flora medica della Provincia di Como* (4), indica la voce *mapello* come sinonimo di aconito e di napello. Giuseppe Massara, nella sua *Flora della provincia di Sondrio* (5), addita *mapello* (e anche *ruga*) come nome volgare della pianta di cui si tratta. Parimenti l'Alberti (6) ed il Malacrida (7) danno come sinonimi *mapello* e *napello*; e recentemente, su un giornale bresciano (8), a proposito di un avvelenamento causato da chiocciole che avevano nello stomaco avanzi di *Aconitum Napellus*, ho letto usato senz'altro il nome di *mapello*.

Il *mappello* vinciano — lo « sconosciuto » del Richter, il « *certo* mappello » del Farinelli, (9) la x formidabile per la quale l'Uzielli

(1) *Vocabolario dei dialetti della città e diocesi di Como, con esempî e riscontri di lingue antiche e moderne* (Milano, Società tip. dei Classici ital., 1845).

(2) Milano, G. Bernardoni, 1853, pag. 71.

(3) *Flora Comense disposta secondo il sistema di Linneo, a comodo dei medici, degli speziali e dei dilettanti nelle escursioni botaniche* (Como-Pavia 1834-1857) volume IV (Pavia 1846), p. 172.

(4) *Flora medica della provincia di Como del dottore Gilberto Scotti medico municipale* (Como coi tipi di Carlo Franchi, 1872) p. 132.

(5) *Prodromo della flora valtellinese* (Sondrio, tip. Della Cagnoletta, 1834).

(6) *Flora medica ossia Catalogo alfabetico ragionato delle piante medicinali descritto in lingua italiana* (Milano, tip. De Stefanis, 1817, vol. 10). A p. 91 dell'Indice generale si legge: « *mapello* V. napello ».

(7) *Manuale di materia medica* (Milano, edit. Hoepli). A p. 10, sotto *Aconito*, è detto: « In vulgare *napello* o *mapello* ». — Anche il Pollini: *Flor. Veron.* II. (1822) pag. 198, ed il Franzoni: *Piant. fan. Sviz. Insub.* (1890) pag. 27, indicano *Napel* e *Mapell* per napello.

(8) *La Sentinella Bresciana* del 12 giugno 1905.

(9) Arturo Farinelli, che nel 1903 pubblicò un bellissimo studio sul: *Sentimento e concetto della natura in Leonardo da Vinci* (in *Miscellanea di studî critici edita in onore di Arturo Graf*, Bergamo, Istituto italiano di Arti grafiche) non doveva conoscere il significato di *mappello*, perchè, a p. 310, parlando degli appunti sulla Valsássina, dice che Leonardo ricorda « *certo* mappello che vi nasce abbondante ».

invocava nientemeno che la scienza del Trombetti — non è quindi che la notissima specie vegetale dell'aconito napello; e questa notizia, che non potei dare quando si stamparono i fogli della *Guida alla Valsássina* su menzionata, fui tuttavia a tempo ad inserire a p. 26 degli estratti della mia *Appendice*, i quali furono tirati poco dopo, e precisamente nel luglio 1904 (1).

Ma allora mi limitai ad una breve nota in cui, data la spiegazione della parola *mappello* — spiegazione così ovvia e semplice una volta trovata! — aggiungevo la promessa di fornirne dimostrazione con « apposito scritto ». Nel frattempo da varî amici, fra i quali citerò il dott. Antonio Magni e l'avv. Luigi Majno di Milano e il dott. Luigi Fugini di Brescia ed il prof. G. B. De Toni di Modena (dottissimo di cose vinciane) ebbi la conferma di aver colto nel segno: e più tardi fui lieto di leggere un articolo del dott. Diego Sant'Ambrogio di Milano, che addiveniva alla stessa mia conclusione.

In questo articolo, apparso nel numero 20 novembre 1904 del periodico quindicinale di Firenze *Arte e Storia*, co'l titolo: *Dell'interpretazione del Codice Atlantico riguardante la Valsassina*, (2) l'erudito scrittore milanese identifica appunto il *mappello* vinciano co'l napello dei botanici, citando a conforto della sua tesi il Comolli, che registra, sotto la specie di *Aconitum napellus*, i nomi volgari di *napell* o *mapell*, ed esprimendo l'opinione che « molte ragioni si hanno per ritenere che la volgare voce antiquata dell'aconito sia piuttosto quella di *mappello* (poco importa se con uno o due *p*) anzichè di *nappello*, che più si avvicina al nome specifico latino dato da Linneo a quella ben nota ranunculacea, quantunque il Comolli le registri entrambe senza distinzione » (3).

(1) *La Valsassina davanti ai naturofili ed ai naturalisti.* Seconda edizione, (Lecco, Tip. G. Magni, 1904). Opuscolo in-8 di p. 51.

(2) Il Sant'Ambrogio scrisse questo articolo per dare quella spiegazione del *mappello* che mancava nella mia Appendice unita alla *Guida*, senza evidentemente conoscere l'estratto dell'Appendice stessa, ove la spiegazione appariva. N'è prova anche il fatto che attribuisce al prof. Magni, autore della *Guida*, la nota sul mappello in quella Appendice. Non capisco poi perchè trasformi il *násceri* usato da Leonardo nel verbo *crésceri*.

(3) Il Sant'Ambrogio accenna alla possibilità di escogitare una spiegazione etimologica di *mappello*, facendo derivare questa parola dalla poco usitata voce latina di *mappello*, o piccolo Umbracolo per gli usi del culto, così come la stessa pianta dell'aconito napello ebbe dai francesi, per l'elmo emisferico che copre gli organi florali, il nome di *Casco di Giove*. Ma giustamente osserva che questa sarebbe una delle tante « contorte spiegazioni » o « mirabolanti derivazioni », che pure si prediligono. — Dal mio canto farò osservare che, data l'analogia fra le due parole sinonime *mappello* e *malapelle*, può supporsi la prima deri-

Stabilito così il significato preciso, indubbio, della parola *mappello*, eccomi a mantenere la promessa fatta di un « apposito scritto » su quel vocabolo vinciano.

L' « Aconitum Napellus » in Valsássina.

« *Nascevi assai mappello* » appuntava, dunque, Leonardo da Vinci riferendosi alla Valsássina; e ciò è perfettamente vero.

Comune in tutta la regione alpina e prealpina — come notaron già i più vecchi floristi — l'aconito napello fu trovato abbondante in Valsássina da quanti botanici ebbero a percorrere questa interessantissima plaga montuosa, dalla flora assai ricca e svariata.

Nei manoscritti di Ulisse Aldovrandi, che si conservano nella biblioteca universitaria di Bologna (1), io ho trovato una noticina di piante, risalente al 1571, che ha per titolo: *Catalogus plantarum quae nascuntur in montibus Bergamensibus* (2); ed a capolista figura l'*aconitum pardalianchis seu Herba taura*, con che si vuole indicare appunto il napello. E ciò dimostra che i botanici del cinquecento già additavano come sede di questa pianta i monti bergamaschi, cioè le

vata per abbreviazione della seconda; e *malapelle*, probabilmente, può alludere alla azione irritante sulla cute. Quanto alla etimologia di *napello*, (che è il nome vero, e più antico che non mappello, come dimostrerò in altra contribuzione) tutti gli autori sono concordi nel vedervi un diminutivo della voce *Napus* (rapa) dall'aspetto napiforme della radice. Siffatta etimologia è data per probabile dallo Chaumeton (*Flore Médicale*, Parigi 1814) e dal Cassone (*Flora medica farmaceutica*) che copiò dal precedente. Appare poi come sicura secondo il *Nouveau Dictionnaire de Botanique* ecc. di Germain de Sainte Pierre (Parigi, Baillière, 1870) e nel *Dictionnaire de botanique* del Baillon (Parigi, Hachette, 1876). — Gabriele Rosa nella sua opera *Dialetti, costumi e tradizioni delle provincie di Bergamo e Brescia* (2ª ediz. Bergamo, Tip. Pagnoncelli, 1858), in un elenco di vocaboli radicali di Valsássina, segna *Napel* per *ciottolino*; e nel più ampio elenco ch'egli dà di vocaboli radicali bergamaschi e bresciani segna *Napa* (bresciano) per *grande naso* (donde il sopranome di Napoleone — naso da leone — che ebbe anche un Torriani valsassinese della celebre famiglia rivale dei Visconti); e per entrambi i vocaboli addita l'analogo greco *nape*, *napos*, valle, bosco, donde le ninfe Napee. Potrebbe avere la parola *Napello* questa derivazione greca (come a dire: fiore della valle, del bosco ecc.) anzichè la latina su riferita? — Mi riserbo di discutere lungamente intorno alla origine della parola *napello* in altra serie di queste contribuzioni.

(1) Cfr. la mia prolusione: *Ulisse Aldrovandi e l'America* (*Annali di Botanica del prof.* R. Pirotta, vol. IV, fas. 4, Roma, Voghera, 1906) nella quale rilevo l'entità e l'importanza dei manoscritti inediti del sommo naturalista bolognese e faccio la proposta che il Ministero della Istruzione pubblica provveda ad una critica edizione nazionale.

(2) In *Observationes variae*, vol. V, cart. 60 *v.*

montagne più prossime alla Valsássina, quando non si voglia comprendere sotto la denominazione di « bergamaschi » i monti stessi valsassinesi, anche per la considerazione che a quei tempi la Valsássina estendevasi nel bacino del Brembo.

Domenico Vandelli, che erborizzò su i monti ad oriente del Lario nella estate del 1762, e lasciò notizia delle sue raccolte nell'opera inedita: *Saggio d'istoria naturale del lago di Como, della Valsassina*, ecc. (1), segna il napello fra le piante da lui incontrate nella Val Varrone; e precisamente su quel monte delle Ferriere, che, se Leonardo passò dalla Valsássina in Valtellina per vie alpestri, avrà fiancheggiato o salito. Compagno del naturalista padovano in quelle escursioni fu il milanese Paolo Sangiorgio, allora quindicenne, che in seguito tornò reiterate volte su i monti lariani a scopo botanico. Egli constatò che, diffuso ovunque nella regione comasca, il napello « cresce abbondantissimamente » in Valle Assina, su 'l monte sopra Canzo, lungo il torrente Ravella (2).

Il Comolli — il maggior studioso della flora della provincia di Como — dice nel suo *Prodromus* (3) che l'*Aconitum Napellus* « provenit in montibus Vallium *Sasina* et Cavargna, inter terminos Juglandis, atque Fagi: invenitur etiam in locis regionem Abietis attingentibus ». E nella *Flora comense* ripete: « Questa specie abbonda sui monti delle valli Intelvi, *Sassina*, Cavargna, dai confini della regione del Noce a quelli del Faggio e dell'Abete (4). Lo stesso Comolli fornì al Bertoloni, che li ricordò nella sua classica *Flora italica*, bellissimi esemplari di napello valsassinese tipico, nonchè della varietà B (*Aconitum neomontanum* Comoll. Prodr.) raccolta in Biandino, nella valle della Troggia.

Lo Scotti (5) conferma le precedenti affermazioni, asserendo che il napello si trova su la maggior parte dei monti della provincia

(1) Un esemplare di questo importante lavoro conservasi nella Biblioteca Universitaria di Pavia, dal quale feci trarre anni sono una copia per uno studio, che pubblicherò tra breve, su *Domenico Vandelli e le sue perlustrazioni naturalistiche in Lombardia*. Devesi al prof. Saccardo di aver tolto dall'oblio questo valentissimo naturalista, trascurato al punto che nessuno neppur sapeva quando e dove fosse nato e morto!

(2) *Istoria delle piante medicate e delle loro parti e prodotti conosciuti sotto il nome di droghe officinali* (Milano, Pirotta, 1809, 4 vol.) Vol. II, p. 700.

(3) *Plantarum a Josepho Comollio M. D. in Lariensi provincia lectarum enumeratio, quam ipse in botanophilorum uso atque commodo exhibet uti Prodromum Florae Comensis* (Como, tip. Ostinelli, 1824), p. 104

(4) *Flora com.* op. cit., p. 171 e segg.

(5) *Flora med.* op. cit., p. 132.

di Como, ed è reputato essere della migliore qualità, dal punto di vista farmaceutico, secondo la asserzione dello Zaniboni (1). Narra lo stesso Scotti di aver trovato presso al Buco del piombo sopra Erba un magnifico esemplare di napello, alto non meno di due metri, largamente ramoso e cespitoso, co'l gambo quasi affatto ligneo del diametro da cinque a sei centimetri; il che lascia credere che anche nella vicina Valsássina siansi osservati consimili giganti della specie.

Ecco una prima e duplice ragione per cui Leonardo avrà segnato su'l suo taccuino l'esistenza del « mappello » valsassinese: per la abbondanza e la vistosità della pianta e per la sua buona e, forse, fin d'allora ricercata qualità. La duplice notizia — se non l'ebbe a constatare co' suoi occhi e con le sue esperienze — egli la può aver avuta da quei montanari, qualcuno dei quali, probabilmente, erborista, o rizotomo di professione, raccoglieva già anche il napello: oppure da qualche farmacopola del luogo o di Milano.

Che il napello si raccogliesse in Valsássina fino dai tempi di Leonardo non saprei affermare; ma indubbiamente in Milano eranvi erboristi che tenevano tra le loro erbe il *napello* (2). Potrebbe darsi che quegli alpigiani lo usassero semplicemente per farne bocconi avvelenati per uccidere orsi, lupi, volpi, gatti selvatici ed altre piccole fiere, che nei tempi andati popolavano gli allora fitti boschi della regione; o fors'anche se ne erano serviti anticamente per avvelenare le freccie con cui colpivano le bestie feroci, a somiglianza di quanto praticavano i pastori del monte Ida, di cui parla Nicandro, ed ancora oggidì fanno i cacciatori dell'Himàlayo.

Certo è che ai giorni nostri — e da molti anni — si compie in Valsássina grande incetta di napello, come pure nelle concomitanti valli delle provincie di Como, di Bergamo e di Sondrio. La farmacopea moderna — come tutti sanno — assegna all'aconito un largo uso; e ciò dà ragione della estesa ricerca che si fa del napello, che è l'aconito per eccellenza — anzi l'aconito per antonomasia — ed il più desiderato, perchè il più ricco di principî estrattivi impiegati in medicina, quali l'*aconitina* e la *napellina*.

(1) *Materia medica spontanea del Trentino.* Questo autore dichiara esplicitamente, a proposito dell'aconito napello, che « è dei migliori quello che si raccoglie sui monti della provincia di Como ». Non trovo citato lo Zaniboni nel diligente, utilissimo repertorio del prof. Saccardo: *La botanica in Italia.*

(2) Più avanti ricordo il caso, avvenuto nel 1479, di un garzone di erborista o semplicista che fu avvelenato dal napello.

Nell'estate del 1904 ho conosciuto in Valsássina un individuo che si dedica proprio a questa speciale erborizzazione da oltre un ventennio. Nella stagione propizia costui va, e manda anche altre persone, ai monti in cerca di napello, che viene raccolto con lo strappare l'intera pianta fiorita. Indi fa essiccare lentamente all'ombra le radici, le foglie ed i fiori; e delle tre parti separate, e di prezzo diverso, fa poi commercio. Mi disse che ogni anno egli raduna una cinquantina di quintali di napello secco, e lo spedisce ad una casa di Trieste... della quale però non mi diede l'indirizzo, forse per tema che gli avessi a far concorrenza.

Per mezzo del dott. Fugini, ora medico a Lecco, ebbi modo di conoscere in via epistolare, un altro raccoglitore di napello delle montagne ad occidente del lago, e cioè della Val d' Intelvi e della Val Cavargna. Il brav'uomo, saputo che io m' interessava del napello, e credutomi un farmacista od altro, si affrettò a comunicarmi che non mi poteva vendere il suo prodotto dell'annata, perchè già ceduto, mediante caparra, ad altra persona: ma che tuttavia avremmo potuto intenderci di presenza per l'avvenire. Egli teneva pronti intanto dieci quintali di radici e tre di foglie e fiori; il tutto già essiccato.

Mi bastarono questi due incontri per meglio illuminarmi circa la abbondanza del napello su i monti lariani e valsassinesi, e per istruirmi circa la ingorda incetta che tuttodì se ne opera. Nè sarà poi da meravigliarsi, continuandosi a questo modo, se la specie vegetale finirà per iscomparire da quelle valli, dal momento che ne svellono tanti e tanti quintali di individui interi ad ogni stagione. Così la frase vinciana diventerà un anacronismo!

A tutt'oggi, però, la graziosa — per quanto mortifera — specie orna ancora le alture della Valsássina, ed io ricordo di averla sempre incontrata nelle infinite escursioni, che, in ogni direzione e ripetute volte, son venuto compiendo, quasi ogni anno, da un quarto di secolo a questa parte, su quelle impareggiabili montagne, note agli alpinisti coi nomi di Legnone, Pizzo dei Tre Signori, Zuccone di Campelli, Grigna, Resegone, ecc. Su quest'ultima montagna — resa celebre in tutto il mondo dall'accenno che ne diede il Manzoni, che fu, dirò di passaggio, squisito cultore della *scientia amabilis*, intorno alla quale, ed alle sue applicazioni, lasciò scritti tuttora inediti, benchè se ne sia già da tempo annunciata la pubblicazione — ho poi avuto la sorpresa, il 20 settembre 1905, di trovarne l'estrema punta (metri 1879) tutta chiazzata di azzurro, appunto perchè vi

erano in piena fioritura molte piante di napello, (1) radicate tra le fessure dei grossi massi della vetta.

Onde mi balenò improvvisa alla mente, davanti a quel pittoresco spettacolo, il pensiero che Leonardo, in un settembre dei tanti anni che passò in Lombardia, forse avesse asceso il Resegone, e che lassù gli occhi suoi avessero constatato che « nascevi assai mappello »! A parte questa congettura, è certo che la constatazione da me fatta su la cima, e poi in molti luoghi della porzione più alta di quel monte, specie su l'altipiano ove sorge la cosidetta *Cà del Daina,* presso la quale vidi napello abbondantissimo, viene a suffragare maggiormente la verità dell'appunto vinciano.

Leonardo botanico

Consideriamo ora in Leonardo, fra le tante manifestazioni del suo genio, lo studioso dei vegetali, l'uomo che, dal « mappello » ai fiori dei suoi quadri, si diletta a scrutare gli arcani di Flora.

Il sommo artista-scienziato, precursore e divinatore di tante dottrine della scienza moderna, ha dato anche una mano poderosa alla costruzione della botanica positiva, sperimentale. Già fin dalla metà del settecento, quando dell'immensa opera sua non si conosceva che il *Trattato della pittura*, un valoroso naturalista e storico delle scienze naturali — Giovanni Targioni-Tozzetti — collocava primo fra gli « studiosi dei semplici » Leonardo da Vinci « famoso pittore » (2).

Allorchè poi i manoscritti vinciani, strappati agli scaffali della Biblioteca Ambrosiana di Milano, ove da quasi due secoli giacevano inesplorati, richiamarono l'attenzione degli uomini di scienza, a principiare dal Venturi, che subito, a Parigi, gettò gli occhi intelligenti su quel cumulo di tesori inestimabili; e la figura di Leonardo cominciò a scindersi, elevandosi lo scienziato di fronte all'artista, e la figura dello scienziato, a sua volta, si frazionò in altrettante personalità distinte, quante furono le scienze alle quali apparve dedicato — ecco Leonardo presentarsi anche in veste di botanico.

(1) Raccolsi coi rispettivi tuberi alcuni esemplari, li portai a Lecco e li piantai nel mio giardino. Nella primavera del 1906 si svilupparono rigogliosamente ed alla metà di luglio diedero splendida fioritura; quindi con due mesi di anticipo su un dislivello di circa 1680 metri.

(2) *Prodromo della Corografia e della Topografia fisica della Toscana* (Firenze, stamperia imperiale, 1754) p. 84.

Via via hanno poi assai bene dimostrato vari autori, quali il Libri (1), il Bonazia (2), l'Uzielli (3), il Govi (4), il Ferri (5), il Grote (6), il Raab (7), l'Henry (8), il Ravaisson Mollien (9), il Caverni (10) il Séailles (11), il Thayer (12), il Muntz (13), il Von Lippmann (14) il De

(1) *Histoire des sciences mathématiques en Italie.* (Parigi, 1838-41, 4 vol.) Tomo III, pp. 52 e 225.

(2) *Sui lavori scientifici di Leonardo da Vinci.* In VASARI, *Le vite de' più eccellenti pittori*, ecc. (Firenze, Le Monnier, volume VII, 1851, pag. 52 e segg.; ediz. Sansoni [1878-85] con note del MILANESI) ed in *Trattato della Pittura di L. d. V.* (Roma, Unione cooperativa editrice 1890) pag. XXXIII e segg. Dice il Bonazia che il settimo libro del *Trattato della pittura* di Leonardo da Vinci è « un trattato di fisiologia vegetale tanto perfetto, quanto lo permettevano le cognizioni d'allora ». E questo giudizio condivise anche il LIVI: *Discorso preliminare* agli *Opuscoli di Storia Naturale di* FRANCESCO REDI (Firenze, Le Monnier, 1858) pag. IX, XXXII.

(3) *Sopra alcune osservazioni botaniche di Leonardo da Vinci.* In *Nuovo giornale botanico italiano*, Vol. I, marzo 1869, Firenze. — Questa nota fu poi riprodotta, con lievi modificazioni e con alcune osservazioni ed aggiunte, nel volume dello stesso autore: *Ricerche intorno a Leonardo da Vinci.* Serie II, p. 3-25, 413-414, (Roma, tip. Salviucci, 1884).

(4) *Leonardo letterato e scienziato.* In *Saggio delle opere di L. d. V.* con 25 tavole fotolitografiche di scritture e disegni tratti dal *Codice Atlantico* (Milano, Ricordi, 1872), p. 11.

(5) *Leonardo da Vinci e l'idea del mondo nella Rinascenza.* In *Nuova Antologia di scienze, lettere ed arti*, anno VIII, vol. XXIII, fasc. VII, luglio 1873, Roma pp. 557 e segg. Il FERRI dà in nota un *Estratto delle memorie dell'Uzielli su Leonardo botanico.*

(6) *Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph*, (Berlino 1874), p. 63.

(7) *Leonardo da Vinci als Naturforscher. Ein Beitrag zur Geschichte der Naturwissenschaften im Zeitalter der Renaissance.* (Berlino, Habel, 1880, p. 18-19).

(8) *Léonard de Vinci et la théorie de la capillarité.* In *Cours de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur*, (Parigi, 1881).

(9) *Etude sur les connaissances botaniques de Léonard de Vinci*, (Paris, Rapelly, 1877). Trovasi pure in appendice all'articolo di L. COURAGEOD: *Conjectures à propos d'un buste de marbre de Béatrice d'Este au Musée du Louvre*, in *Gazette des Beaux Arts.* pp. 344-355, ottob. 1877.

(10) *Storia del metodo sperimentale in Italia*, (Firenze, Civelli, 1891-98, vol.) Vol I p. 74 e segg.

(11) *Léonard de Vinci, l'artiste, le penseur, le savant; essai de biographie psychologique*, (Paris, Perrin et C., 1892; 2ª ed. 1906). Chap. IV, p. 269 e segg.

(12) *Leonardo da Vinci as a Pioneer in Science*, in *The Monist* (Chichago The Open Court Publishing Co., 1894) Vol. 4. No. 4, pag. 519-21.

(13) *Léonard de Vinci, l'artiste, le penseur, le savant*, (Paris, Hachette, 1899), p. 347-349.

(14) *Lionardo da Vinci als Gelehrter und Technicker* (in *Zeitschrift für Naturwissenschaften*, Halle 1899, Bd. 72, pag. 291, ed in *Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften*, Verlag von Veit & Comp. in Leipzig. 1906, pag. 346, e segg.)

Toni (1), il Solmi (2) ecc., com'egli abbia lasciato larghe e durature impronte nel campo della fitologia, facendo acute ed importanti osservazioni, e scoprendo, molti anni prima di coloro che poi ne ebbero la priorità, alcune leggi fondamentali che regolano i processi della vegetazione; ed il Richter nella sua antologia vinciana ha raccolto in un capitolo le nozioni botaniche che Leonardo ha scritto pei pittori (*Botany for Painters*, ecc. Vol. I, cap. VIII, pp. 203-231).

Oggi, infatti, sappiamo che il sommo artista-scienziato trovò pel primo la formula fillotassica $\frac{2}{5}$, e conobbe anche la formula $\frac{1}{2}$ ed altre più complesse; precorrendo così di un secolo e mezzo circa il Brown, cui attribuivasi la priorità della scoperta della disposizione delle foglie in quinconce, e tutti gli altri botanici, dal Malpighi, dal Grew e dal Sauvages al Bonnet, e dal Bonnet al nostro Delpino, attraverso a tanti valenti che fecero oggetto di ricerche e di ipotesi l'importantissimo argomento della fillotassi.

Leonardo, inoltre, avvertì il geotropismo negativo; la costanza dell'angolo di divergenza dei rami; la struttura a strati concentrici dei tronchi, palesante l'età degli alberi; la eccentricità dei fusti per l'accrescimento maggiore nelle piante della parte rivolta verso l'ombra. Fece acute osservazioni sul modo con cui si accresce annualmente la scorza degli alberi, e sulle funzioni della zona generatrice o cambio dei fusti; distinse una linfa ascendente e una discendente, intravide il fenomeno fisiologico della così detta *spinta delle radici*; riconobbe la necessità del sole per l'esistenza delle piante; stabilì una serie di osservazioni intorno all'assorbimento acqueo da parte delle foglie. Diede ancora altre notizie molto interessanti di morfologia e fisiologia vegetale; sperimentò l'azione dei veleni arsenicali e mercuriali sulle piante; constatò la solubilità nell'acquavite di alcuni pigmenti vegetali, e mise in opera un processo ingegnoso per riprodurre sulla carta le immagini delle foglie, precorrendo il metodo *fisiotipico* proposto poi nell'ottocento (3).

(1) *Commemorazione di Pietro Andrea Mattioli botanico del secolo* XVII (Siena, tip. Coop. 1901), pp.9-10.

— *La biologia in Leonardo da Vinci.* Discorso letto nell'adunanza solenne del R. Istituto Veneto il 24 maggio 1903, (Venezia, tip. Ferrari, 1903), pp. 17-22.

(2) *Studî sulla filosofia naturale di Leonardo da Vinci* (Modena, G. T. Vincenzi, 1898), pp. 90-101.

(3) Ecco le testuali parole di Leonardo, che accompagnano l'impressione di una foglia di salvia: « *Questa carta si debbe tignere di fumo di candela temperato con colla dolce e poi imbrattare sottilmente la foglia di biacca a olio come si fa alle lettere in istampa, e poi stampare nel modo comune, e così tal foglia parrà ombrata ne' cavi e alluminata nelli rilievi, il che interviene qui il contrario.* » (*Cod. Atl.* 71 v., 209 v.). È stato il Libri (*Hist. des Scienc. Mathém.*

Come vedesi, Leonardo ha al suo attivo un tal corredo di nozioni circa le piante, da apparire un perfetto botanico, superiore non solo ai suoi contemporanei, ma a tanti studiosi dell'amabile scienza venuti dopo di lui: e poichè il suo pennello si trovò spesso a dipingere vegetali, e specialmente fiori, si spiega con ciò come riuscisse perfetto, insuperabile, in tali pitture. Rappresentazioni di piante e di fiori sono sparse qua e là nei suoi manoscritti e disegni (1) come pure vi troviamo frequenti nomi di vegetali, alcuni dei quali

Vol. III, p. 52) a rilevare pel primo tale processo vinciano per riprodurre l'immagine delle foglie sulla carta. Il Govi (*Saggio delle opere di L. d. V.*, p. 11) riproducendo il passo surriferito, col fac-simile dell'impressione della foglia di salvia, così commenta: « Forse aveva egli pensato ancora a farsi un erbario, od almeno a riprodurre facilmente su carta le forme ed i particolari delle foglie di diverse piante ».

(1) Parecchi schizzi botanici che adornano i manoscritti vinciani furono riprodotti dal Richter (op. cit.) specie nel capitolo: *Botany for painters and Elements of Landscape Painting*; altri sono nelle riproduzioni del Ravaisson Mollien, del Beltrami, del Piumati, ecc. Il Muntz (op. cit.) dà alcuni bellissimi saggi dei disegni leonardeschi di fiori, foglie, alberi ecc., (vedi pp. 260, 349, 353 e 467), riprodotti dagli originali della biblioteca di Windsor. In questa collezione, che da sola riunisce circa i quattro quinti dei disegni autentici di Leonardo che si conoscano, stanno parecchi studî artistici di argomento botanico. Eccone la lista, che tolgo integralmente al Muntz (p. 547):

Arbres. — Plantes. — Fleurs.

Un Arbre, n. 187. — Plume sur papier bleu, (« Grosvenor » n. 77.) — Braun, n. 248, Gravé, p. 353.

Un Arbre avec ses racines, n. 131, Plume.

Deux arbres à racines fort apparentes, Plume, n. 99, V. 17.

Six Etudes, détachées et de formats différents, (n. 133, 133, 154), de plantes, de feuilles, et un dessin à la plume. Au revers du 133 une tête d'homme de profil imberbe, tournée à droite.

Un Lis n. 199. À la plume lavé de jaune, passé au poncie, (« Grosvenor », n. 97).

Une Plante avec des épis et des baies, n. 152, Plume, (« Grosvenor », n. 27).

Six dessins de Fleurs et de Plantes sur six feuillets — Campanules, n 195, Sanguine, Gravé, p. 349. — Fraises, n. 131. — Roseaux, n. 126. Au revers une autre plante. — Arbre et feuilles d'iris — Fleurs, Gravées, p. 260, n. 130. — Deux fleurs de joncs (« Gionchi »), n. 153, Plume ou sanguine, (Voir « Grosvenor » n 25-35).

In altre raccolte di disegni vinciani si trovano studî di piante e fiori. Nella collezione del signor Leon Bonnat, alla cui illustrazione attendeva il Ravaisson Mollien, c'è una foglia a penna, forse d'acanto. Ornamenti vegetali fanno parte d'altri disegni, ed appaiono in taluni quadri. — Il volume XIV della recente pubblicazione dell'editore parigino Rouveyre: *Feuillets inedits de L. d. V. accompagnés de plusieurs millier de croquis et dessins*, riproduzione degli originali della Royal Library di Windsor, è formato unicamente da *Croquis et dessins de botanique.*

tolti al vernacolo toscano, quali: rovistrice (*Ligustrum vulgare*), totomaglio (*Euphorbia*), cicerbita (*Sonchus oleraceus*), ecc. (1).

Forse un'altra grande benemerenza verso la botanica ha Leonardo, benemerenza ch' io vedo chiarissima, ed alla quale credo fermamente, sebbene mi manchino documenti positivi per stabilirla.

Egli accorse a Roma non appena fu eletto papa Leone X, e nell'ottobre o novembre del 1513 era già ospite della città eterna, alloggiato in apposite stanze del Belvedere in Vaticano.

È coincidenza fortuita quella della presenza di Leonardo alla corte di Leone X, e l'istituzione, in quel novembre, della cattedra per la spiegazione dei Semplici nell'Università Romana e l'ingrandimento poscia dell'orto del Belvedere, con fornitura di ogni specie di piante; o vi è stretta relazione fra un fatto e l'altro, nel senso che la cattedra botanica ed il rinnovamento dell'orto siano il frutto dei suggerimenti di Leonardo a quel papa intelligente? Io accarezzo quest'ultima opinione. Se poi la cattedra fu istituita indipendentemente da consigli vinciani, certo l'orto del Belvedere venne migliorato sotto gli occhi di Leonardo stesso che vi abitava, e vi faceva osservazioni ed esperimenti su animali, su piante, sul volo degli uccelli, e metteva in pratica quei « *modi stranissimi* » — il che vorrebbe dire originali, nuovi, non praticati da alcuno — di cui favella il Vasari, per confezionare olî e vernici.

Hanno dimostrato il Lais ed il De Rossi, e più ampiamente il mio illustre collega ed amico prof. Romualdo Pirotta nella sua storia della botanica romana, scritta in collaborazione col valente ed erudito dott. E. Chiovenda (2), che l'Università di Roma fu la primissima fra le consorelle ad avere una cattedra di botanica, creatavi fin dal 1514; e che il giardino del Belvedere, fondato da Innocenzo VIII, e da Leone X migliorato notevolmente, dovette sin

(1) Specialmente nelle sue *Favole* ed *Allegorie* (Cfr. Richter, op. cit. Vol. II, XX *Humorous Writings*, e Solmi, *Frammenti letterari e filosofici di L. d. V.*, Firenze, Barbera, 1899 e 1904), Leonardo prende occasione di ricordare molte piante, fra cui il giglio, il noce, il fico, il cedro, la vitalba, la vite, il salice, il pesco, l'olmo, il lauro, il mirto, il castagno, la zucca, il biancospino, il lino, la ruta, l'edera ecc. Ricorda anche la celidonia (*Chelidonium maius*), col cui sugo la rondine « rende il vedere agli inorbiti figliuoli », (Mss. H, 272). Tale pianta fu in credito presso i medici-astrologici dei bassi tempi, e noverata fra le sette erbe corrispondenti ai sette pianeti; dicevasi che le sue foglie e radici, seccate all'ombra, fornivano rimedio opportuno per gli occhi.

(2) *Flora Romana. Parte prima: Bibliografia e Storia.* (Roma, tip. Voghera 1900-1901), pag. 38 e segg.

d'allora assumere carattere di orto botanico, perchè indubbiamente serviva al professore dell'Università per l'insegnamento pratico dei Semplici (1).

(1) Prima dell'Orto del Belvedere il Vaticano possedette altro giardino — il *Viridarium novum* — che in certe epoche, per le persone che vi attendevano, assurse alla dignità di orto botanico, o, quantomeno, medico e farmaceutico. Il *Viridarium novum* fu fatto costruire nel 1277 da Nicolò III, con lusso di fontane e d'alberi d'ogni sorta: e d'allora in poi servì ai medici pontifici, che vi coltivarono piante utili ai loro fini. G. B. De Rossi accenna a documenti relativi alla costruzione di questo orto a pag. 83 della sua opera [*] *Piante icnografiche e prospettiche di Roma anteriori al secolo* XVI, ecc. (Roma, Salviucci, 1879), e secondo lo stesso illustre archeologo (op. cit. pag. 59) pare certo che Simone da Genova, l'autore della *Clavis sanationis* e d'altri testi e commentarî di materia medica, divenuto nel 1287 archiatra di Nicolò II, approfittasse del *Viridario* pe' suoi studi botanici, coltivando in esso le piante esotiche riportate da suoi viaggi. Ciò pensa pure il Lais (*I due orti botanici che successivamente fiorirono in Vaticano*, in *Atti dell'Accademia pontificia de' nuovi Lincei*, anno XXXII, sessione II^a del 19 gennaio 1879, p. 66 ed in *Monumenti d'osservazione in Vaticano nei primordi del ristoramento scientifico*, Roma, tip. delle scienze mat. e fisiche, 1879, p. 4) e ripete il De Rossi (*I gabinetti di oggetti di scienze naturali, arti ed archeologia annessi alla biblioteca vaticana*, in *Studi e documenti di Storia e diritto*, anno V, Roma 1884). — Durante la residenza dei papi ad Avignone l'Orto vaticano inselvatichì; nel 1367 Urbano V lo fece rimondare; Bonifacio IX lo rimise a nuovo nell'ultimo decennio del secolo XIV e n'ebbe parimenti cura Alessandro V verso il 1410. Nel 1447 Nicolò V raccolse le piante più rare e di maggior uso, formando « ab inferiori Palatii parte magnus pulcherrimusque Hortus cunctis herbarum atque omnium fructuum generibus refertus, ecc. » (Manetti in Muratori *Rerum Ital: script.* vol. III, parte II, col. 933); Bonelli *Hortus romanus*, Roma 1772, vol. I; Ladelci, *Storia della botanica in Roma* (vedi nota seguente). Fu questa certamente una restaurazione e continuazione del *Viridarium*. E poichè c'era allora nell'Università romana l'insegnamento unito delle scienze mediche e naturali (*Medicinae professores famosissimi ad eam ipsam artem ostendendam deputati, nec Philosophiae, rerumque naturalium ecc.*), istituito con bolla del 1406 da Innocenzo VII, così è a supporsi logicamente che tale orto servisse anche per la dimostrazione delle piante utili alla medicina. Pio II, il papa geografo ed alpinista, fece prosperare l'Orto vaticano: il botanico e biografo Platina scrive che egli « per hortos recreandi animi gratia delatus prandebat » (*Vita Pontif. Rom.* Lovanio 1572, p. 249). — Sotto il pontificato di Innocenzo VIII (1484-1492) fu aggiunto il *Belvedere* ai giardini già esistenti: « villam vulgari Pulchri visus dicta » (Donatus, *Roma vetus*, 1725, p. 501): e dal 1514 in avanti il Belvedere diventò l'orto da cui i professori di botanica alla Università romana prendevano le piante necessarie alle loro ostensioni, come leggesi nel citato pregevolissimo lavoro storico di Pirotta e Chiovenda.

[*] Questo lavoro esclusivamente archeologico e storico del De Rossi è citato nella bibliografia botanica di Beniamino Daydon Jackson: *Guide to the literature of Botany* (Londra, Longmans, Green etc., 1881); e forse lo sarà per l'accenno di pochissime righe al Vividario vaticano, ed a Simone da Genova, chè altrimenti bisognerebbe pensare ad un equivoco preso da quel bibliografo circa la parola: *piante*.

A tale dimostrazione, che ha un grandissimo valore per la storia della botanica, io aggiungo adesso la supposizione che di questo movimento in favore dello studio delle piante, fatto con intendimenti scientifici e su la natura, svincolato dalla medicina e dall'autorità dei vecchi testi, sia stato ispiratore Leonardo stesso, che durante il suo soggiorno a Roma, oltre alla botanica, studiò l'anatomia umana all'ospedale e la paleontologia a Monte Mario. Così essendo, l'accenno che opportunamente Francesco Ladelci, nella sua *Storia della Botanica in Roma* (1), fa di Leonardo botanico, non dev'essere più un ricordo incidentale, ma ha da entrare come parte integrante nell'esposizione e nella illustrazione di coloro che, tra le mura della città eterna, dedicaronsi agli studî della fitologia.

L'istituzione di una cattedra di scienza nuova nell'insegnamento superiore, anche in epoca di riforme più o meno radicali, è sempre un avvenimento importante, che richiede il concorso di più circostanze collimanti allo scopo, e sopratutto l'interessamento e la volontà energica di persone autorevoli ed ascoltate. Se ciò necessita ancora ai giorni nostri, in tanta luce di progresso scientifico, e di fronte a voti reiterati di studiosi e di congressi, figurarsi quali specialissime condizioni favorevoli e qual giuoco d'influenze d'ordine superiore dovevano esplicarsi all'uopo quattro secoli or sono, prima che nella tradizionale gerarchia degli studî potesse essere accolto un insegnamento nuovo! E però io penso che, anche per la istituzione della prima cattedra di botanica in Roma, sia occorso questo complesso di propizie ed eccezionali circostanze, quale poteva essere dato appunto dall'intervento e dall'insistenza di un uomo così stimato come Leonardo e forte per giunta del più cordiale appoggio del fratello del papa, Giuliano de' Medici, che del pari amava gli studî e prediligeva le scienze naturali.

(1) In *Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei*, vol. I. (Roma, tip. Cuggiani, 1884). Ecco testualmente l'accenno: «. . . . Ora l'ordine storico mi porta a riferire quali fossero i principali cultori della botanica in Roma, e come professori, e come direttori del detto orto vaticano nel secolo decimosesto; prima però di dare le notizie di questi distinti scienziati non sia discaro ai lettori il rammentare che in questo secolo stesso visse un grande luminare italiano con il nome venerando di Leonardo da Vinci, che tutti conoscono come sublime pittore, scultore, ingegnere idraulico, architetto . . . . ma tutti non sanno ch'egli si occupò ancora delle scienze naturali, come risulta da' suoi scritti, ne' quali si ritrova ch'egli per il primo fece ricerca e studiò nelle piante le varie disposizioni delle foglie, e diede così le prime nozioni della fillotassi, divenuta in seguito una parte molto interessante della organografia vegetale per la distinzione delle famiglie naturali che le piante stesse presentano. Ciò premesso, ecc. ecc. ».

E fors'anche contribuì il consiglio d'altri botanici che in quell'epoca trovaronsi in Roma. A questo riguardo arrischio ancora una congettura, che mi vien suggerita da un libro (1) appartenuto ad Alessandro Benedetti, e da lui acquistato in Roma, come è scritto sull'interno della copertina in pergamena. In altra di queste mie contribuzioni vinciane, nel tentativo che farò di ricostruire l'ambiente scientifico entro cui visse e da cui trasse gli elementi della sua coltura botanica Leonardo, esporrò le ragioni per cui ritengo che il sommo enciclopedico ed il celebre anatomico Benedetti, da Legnago, morto nel 1525, fossero in relazione scientifica fra di loro, specie per ciò che s'attiene alle ricerche anatomiche e fitologiche.

L'epoca in cui il Benedetti, che risiedeva a Padova e poscia a Venezia, fu in Roma, e vi acquistò quel libro, coincise con la residenza in Vaticano di Leonardo e con la istituzione della cattedra di botanica? E non potrebbe il Benedetti — appassionato studioso della botanica con intendimenti moderni, raccoglitore di piante ne' suoi viaggi in Grecia, in Candia ed in Egitto, e sperimentatore originale su le virtù medicinali di molti vegetali — aver influito anch'egli, — e magari con chi ne fu nominato titolare: il maestro Giuliano da Foligno (su 'l quale sono tuttodì desiderabili notizie biografiche) — alla creazione della cattedra stessa? L'incontro in Roma di questi botanici può verosimilmente aver portato all'istituzione dell'insegnamento universitario della scienza delle piante, distinta dalla filosofia naturale, così come un quarto di secolo più tardi l'incontro al mercato romano dei pesci fra Paolo Giovio, Guglielmo Rondelet e Ulisse Aldrovandi costituì il più bell'incentivo alle ricerche ittiologiche del secolo decimosesto.

E poichè ci troviamo sul terreno delle ipotesi, siami concesso di metterne innanzi un'altra. Leonardo ebbe in dono, verso l'estate del 1498, da Lodovico il Moro un giardino di sedici pertiche (2).

(1) Questo libro, ora in mia proprietà, è una rarissima collezione, in carattere gotico, di piccoli scritti medici: *Liber Hysagoge Joannici.* || *Liber Philareti de pulsibus.* || *Liber Theophili de urinis.* || *Liber Aphorismor. Hyppo. cû an* || *tiqua traslatiôe et nova Theodo* || *ri gaze elegantissima.* || *Liber pronosticorû Hypocratis.* || *Liber Tegni Gal.* || *Liber aphorismorum Damasceni.* || *Flosculi in medicina ex Cornelio* || *Celso extracti.* || *Collectio Aphorismorû Hyp.* || *ad unamquâq. egritudinem per* || *tinentium.* (In fine) *Impressum venetiis per Joannem & Gregoriû de Gregoris fratres Anno dni MDII.*

(2) Pari ad ettari 1.048. In un appunto (Msst I², 112) Leonardo spiega il valore della pertica: « 24 tavole fanno una pertica; 4 trabocchi fanno una tavola, 4 braccia e mezzo fanno un trabocco; una pertica è 1936 braccia |□ ovvero 1944 ».

già dell'Abbazia di San Vittore presso al convento di San Girolamo a Porta Vercellina; e ciò con strumento, a titolo di speciale ricompensa e considerazione (1). Tale giardino venne confiscato a favore dell'erario, quando i francesi, nell'autunno del 1499, conquistarono Milano; ma alcuni anni più tardi, e precisamente nel 1507, fu restituito al proprietario in seguito alle insistenti pratiche dello stesso ed a speciale ordinanza dello Chaumont: e gli rimase fino alla morte (2).

Qui io domando: non è probabile che in questo vasto giardino, Leonardo, oltre alle coltivazioni ordinarie, per trarne qualche reddito, facesse anche piantagioni ed esperienze a puro scopo botanico? Data la sua grande viva inclinazione per le ricerche fitologiche parmi che la cosa, anzichè probabile, debba ritenersi, per logica induzione, quasi sicura.

Nei manoscritti vinciani troviamo una indicazione al riguardo; « andare in provisione per il mio giardino », si legge su un foglio della R. libreria di Windsor. L'appunto si riferisce indubbiamente all'orto di Porta Vercellina, e alluderà alle pratiche fatte da Leonardo, presso la magistratura competente, per riscattarlo dalla avvenuta confisca. Estendendone il significato, la frase ci testimonia anche della grande cura ch'egli doveva avere del giardino, sia che lo coltivasse a guisa di campo, di vigna, di frutteto, di ortaglia, o di giardino puro e semplice; sia che vi provvedesse per farne un orto botanico sperimentale.

Che vi facesse seminagioni pratiche n'assicurano altre indicazioni, disperse nel *Codice Atlantico* e nei manoscritti d'Inghilterra, come: « *fatti mandare spiche di grano grosso da Firenze* » — « *fave, melica bianca, melica rossa, panico, miglio, fagiuoli, fave, pisegli* »; ammenochè questi appunti non si riferiscano al podere che, secondo altri documenti, Leonardo doveva possedere vicino a Fiesole, avuto in dono dal padre o dallo zio, o fors'anche acquistato, e che alla morte lasciò, secondo la lettera 1 giugno 1519 di Francesco Melzi, ai proprî fratelli. Ma ciò non esclude che, oltre a cereali ed ortaggi, egli approfittasse del suo pezzo di terra per educarvi altre

(1) Per questa donazione e successive vicende cfr.: Amoretti. *Op. cit.* pag. 77. — Calvi, *Notizie dei principali professori di belle arti che fiorirono in Milano durante il Governo dei Visconti e degli Sforza: III. Leonardo da Vinci* (Milano, Borroni, 1869), pag. 87. — *Bollettino della Consulta archeologica di Milano* (Milano 1875), pag. 114. — Uzielli, *Ricerche ecc.* Serie I. ed. II. pag. 591 e segg. — Verga, *Regesti vinciani*, pagg. 44-45 e 56.

(2) Nel suo testamento Leonardo lasciò questo « *iardino* » metà ciascuno ai suoi servitori Battista De Vilanis e Salai.

specie vegetali a scopo di studio (1); e chi sà che non v'abbia coltivato anche il napello, portato dalla Valsássina?

Leonardo fu, dunque, un appassionato e sagace cultore di botanica: e però è naturale che prendesse continui appunti circa le osservazioni e gli esperimenti che andava facendo su le piante, e su le specie più importanti che incontrava nel corso delle sue peregrinazioni. E questi appunti certo raccoglieva come materiali per quell'opera « *Delle forme e della vita dei vegetali* », ch'egli pensava di comporre (2), come aveva ideato, ed in parte scritto, un vasto trattato geologico « *Di mondo ed acque* » (3) ed altra opera « *Delle cose naturali* » (4). Ed è ovvio che, fra le tante notizie botaniche, egli facesse tesoro anche della notiziola locale sul napello.

Perchè Leonardo s'interessò del napello.

Quali motivi particolari avranno spinto Leonardo a interessarsi del napello della Valsássina?

Già osservai che, probabilmente, segnò quella notizia su'l suo taccuino, perchè, o co' suoi occhi, o per informazione avuta, sarà stato

(1) In altra serie d'appunti troviamo indicati « gli agli di Piacenza » e la « semenza de ligli, e dell'erba stella, delle zucche marine » (*Cod. Atl.* 242 r; 727 r).

(2) Quest'opera di Leonardo è ricordata ne' suoi manoscritti, con altre di cui trovasi l'elenco in: *Saggio delle opere di L. d. V.* etc. (Milano, Ricordi, 1872) p. 17 e 22; JORDAN M: *Das Malerbuch des Lionardo da Vinci* (Lipsia, Seemann, 1873) p. 64 e 68; UZIELLI, *Ricerche intorno a L. d. V.* serie II, p. 135.

(3) Di quest'altra opera è parola nel manoscritto F (fol. 69 v.) il quale porta la data 12 settembre 1508 e contiene molte notizie riguardanti la terra ne' suoi rapporti astronomici, nella sua fisica costituzione, e specialmente nei fenomeni orogenetici ed idrodinamici. Molte altre notizie del genere sono disseminate qua e là nelle scritture vinciane.

(4) Nel manoscritto E, Leonardo cita « *il capitolo 4 del libro 113 delle cose naturali* ». Il SÉAILLES (*op. cit.*, 1ª ed., p. 183) così commenta questa indicazione: « S'il s'agit ici d'une œuvre dont il aurait conçu le plan, disposé les livres et les chapitres, la question est résolue. Rien de plus invraisemblable que cette hypothèse d'une oeuvre à faire, dont l'auteur citerait sans hésiter le chapitre 4 du livre 113! Pourquoi cette citation unique? comment le savant ne renvoie-t-il pas désormais à ce travail définitif? Ailleurs, il parle des cent vingt livres qu'il à composés [sull'anatomia] et qui témoigneront de sa patience et de sa loyauté scientifiques. Ces cent vingt livres ne peuvent être que le cahiers qui composaient ses manuscrits. Je crois dès lors que le texte du manuscrit E n'est qu'un renvoi à un passage de ces cahiers, dont il résumait le contenu dans ce titre expressif: *delle cose naturali*. Si notre hyphotèse est juste, le titre ne perd rien de son intérêt. Il prouve que, dans la dispersion de ses notes, Léonard sentait la présence d'une même esprit, l'unité d'un même pensée et d'un même objet, la possibilité d'une grande œuvre ».

colpito dalla abbondanza e dalla bellezza di tal pianta in Valsássina; e fors'anche perchè avrà sentito parlare, od egli stesso n'avrà fatto esperienze, dell'eccellente qualità di quel napello.

Che Leonardo abbia fatto delle esperienze col napello, elaborandone estratti, tinture o polveri, o per altri fini, è da ammettersi, quando si pensi che egli non si stancò mai di ricercare e di esperimentare erbe d'ogni sorta e si dilettò, inoltre, di ricerche alchimistiche, non nel senso occulto, mistico, extranaturale, che a tali dottrine si soleva dare nel medio evo (ed ancor si diede da una turba di folli e di ritardatarî fino al settecento) sì bene nel senso sperimentale, positivo, corrispondente alle moderne operazioni di fisica e di chimica.

Invero Leonardo aborriva da tutto quel complesso di fole, di imbrogli e di pazzie, che passava sotto i nomi di alchimia, ricerca della pietra filosofale, magia, necromanzia, fisionomia, chiromanzia, astrologia giudiziaria, e via dicendo; roba — com'egli esprimevasi, con linguaggio che pare di oggi — fatta per vivere « *con inganni e miraculi finti* » alle spalle « *delli sciocchi* » e della « *stolta moltitudine* »; « *chimere che non hanno fondamento scientifico* ». E gli alchimisti chiamava « *bugiardi interpreti della natura* », gente avversa all'esperienza, perchè « *l'esperienza è nemica degli alchimisti, negromanti ed altri semplici ingegni* ». E tanto non poteva soffrire gli alchimisti, che raccomandava a quanti avessero a cuore la propria salute di star lontano dai medici, perchè questi tiravano dall'alchimia i lor rimedî: « *Insegnoti di conservare la sanità, la qual cosa tanto più ti riuscirà, quanto più da' fisici ti guarderai, perchè le sua compositioni son di specie d'alchimia* (Mss. della R. libreria di Windsor).

Dell'alchimia Leonardo non conosceva che la parte operativa e giudiziosa diretta a confezionare « *i semplici prodotti naturali, il quale ufficio fatto esser non può da essa natura, perchè in lei non sono strumenti organici, colli quali essa possa operare quel che adopera l'uomo mediante le mani* » (*Cod. Atl.* 1192). Ecco le ricerche di natura chimica alle quali Leonardo si dedicò; e da non confondersi, come taluno ha fatto, con le misteriose operazioni degli alchimisti « *cercatori dell'oro* » ed affermanti « *l'argiento vivo essere comune semenza a tutti i metalli* ». (*Trattato della Pittura*, ed. Ludwig, 501).

Ch'egli si dilettasse a sperimentare sulle erbe, cavandone colori, essenze, olii od altro, n'abbiamo prova nei numerosi appunti ch'egli ci ha lasciato in materia, e che danno spiegazione della frase del Vasari: « tentò modi stranissimi nel cercare olii per dipingere, e vernice per mantenere l'opere fatte ».

Noto è l'aneddoto raccontato dal Vasari, secondo il quale Leone X si sarebbe lamentato di Leonardo perchè, invece di mettersi subito

all'opera a far la pittura murale nel convento di Sant'Onofrio su'l Gianicolo, che gli aveva commessa, buttava tempo « a stillare olii per fare la vernice ».

Nelle ricette vinciane per preparar colori ed altri materiali occorrenti alla pittura, riscontriamo, infatti, insieme ai prodotti minerali, un buon numero di sostanze d'origine vegetale, su le quali Leonardo deve aver tentato combinazioni e manipolazioni d'ogni sorta. Anzitutto vediamo com'egli sapesse approfittare dei colori dei fiori, facendone soluzioni alcooliche: « *ricordo come l'acquavite raccoglie tutti i colori e odori de' fiori, e se vuoi fare azzurro mettivi fiordalisi, per rosso solani* » (Mss. Istituto di Francia, B. 2 v.). E non potrebbe darsi che facesse anche soluzioni e pitture co'l bel colore azzurro del napello, pei cieli de' suoi quadri immortali?

« Vino bianco, aceto, cremortartaro » sono altri ingredienti comuni nelle ricette di Leonardo: ed inoltre vi troviamo: « curcuma, aloe, polvere di galla, zafferano, succo di limone, latte di gichero (gigaro), scorza d'arancio, mallo della noce, olio di semenza di senape, olio di linseme, olio di noce, lacca, trementina, ragia, pece greca, resine di vari alberi, liquore di cipresso (ed a proposito di cipresso riconosce l'origine vegetale dell'ambra, dicendo « *sappi che le carabe* [nome arabo dell'ambra] *è liquore d'arcipresso* » Mss. Kensington Museum, Forster librery South, Londra), liquore e gomma di ginepro, incenso, canfora », ecc. ecc.

Improbabile non è quindi, ripeto, che, come esperimentò su tanti prodotti vegetali, egli abbia anche fatto ricerche di natura chimica sul napello, la qual pianta, come vedremo, fu pure oggetto delle investigazioni degli alchimisti d'allora.

Nè è da escludersi che Leonardo siasi interessato di sapere ove il napello potesse trovarsi, perchè trattavasi di un veleno potente, noto fino dall'antichità, e dei cui effetti anche a' suoi giorni si avevano non dubbie prove per semplice accidente o per delitto.

Alla corte di Lodovico il Moro c'era quel che si direbbe una vera accademia di medici, alchimisti, astrologhi, *et similia;* ed il tema dei veleni doveva essere sovente all'ordine del giorno, anche perchè in quei tempi l'arte dell'avvelenare eccelleva tra le finezze della diplomazia e della politica. Non è pertanto improbabile che le discussioni di questo genere si potessero specializzare intorno al napello, e che un bel giorno Leonardo presentasse a quei signori la vera pianta del terribile veleno, da lui trovata sulle pendici della Valsássina.

Nè dovettero mancare casi fortuiti di aconitismo quando Leonardo trovavasi in Lombardia, e tali da richiamare la sua attenzione e spingerlo ad indagini ed esperimenti al riguardo. Apprendo, per esempio, dai registri mortuarî che si conservano all'archivio di stato di Milano, e vanno, salvo interruzioni, dal 1452 al 1552 (1), che nel 1479 il giovane ventenne Mondino da Como « famulus cujusdam herborarij » fu avvelenato « cum napello et bufone », e morì all'ospedale come testificò il medico Valentino da Lomazzo. Può quindi darsi che altri casi del genere, seguiti o meno da morte, siano accaduti anche più tardi, quando Leonardo viveva in Milano e cioè, salvo il primo lustro del cinquecento, nel trentennio fra il 1483 e il 1513.

Del pari è verosimile che la notizia di qualche suicidio tentato o consumato co 'l napello abbia fatto impressione su Leonardo. A proposito di suicidii ricorderò come uno degli amici milanesi del grand'uomo, e precisamente quel Fazio Cardano, che fu padre al celebre Gerolamo e godette egli pure una larga riputazione a' suoi dì, abbia due volte tentato di togliersi la vita. Questo particolare psichiatricamente importante parmi sia sfuggito a coloro che, studiando la psicologia interessantissima di Gerolamo Cardano, estesero le medesime indagini al genitore (2).

Lo stesso Gerolamo ci dà contezza del duplice tentativo in alcune pagine di due sue opere che, sebbene impregnate di elucubrazioni e di follie astrologiche, sono tuttavia preziosissime per la biografia di lui e de' suoi parenti (3). Ivi racconta che suo padre a ventitrè

(1) Cfr. E. Motta. *Morti in Milano dal 1452 al 1552* (in *Archivio storico Lombardo*, serie seconda, anno XVIII, fasc. II, 30 giugno 1891).

(2) Cesare Lombroso. *Su la Pazzia del Cardano* (in *Gazzetta medica italiana lombarba*, Milano 1° ottobre 1855).

— *Genio e follia*, (Milano 1877, 3ª ediz.).

— *L'uomo di Genio*, (Torino 1888).

— *L'uomo delinquente*, (Torino 1889, 4ª ediz.).

— *Nuovi studi sul genio: Da Colombo a Manzoni*, (Palermo, Sandron, 1901).

Francesco Buttrini. *Gerolamo Cardano*. Saggio psico-biografico, (Savona, tip. Ricci, 1884).

Alfonso Asturaro. *G. Cardano e la psicologia patologica* (in *Rivista di filos. scient.* VI, 1887).

Enrico Rivari. — *La mente di Gerolamo Cardano*, (Bologna, Zanichelli, 1906).

(3) Hieronymi Cardani. *Mediolanensis medici. Geniturarum exemplar. Praeterea et multa quae ad interrogationes et electiones pertinent super addita. Et exemplum eclipsis quam consecuta est gravissima pestis* (Lugduni, apud Theobaldum Paganum, 1555). È in calce all'altra opera: *In Cl. Ptolomaei Pelusiensis IIII de Astrorum Judiciis aut, ut vulgo vocant, Quadripartitae Constructionis libro Commentaria*, etc. *Praeterea ejusdem Hier. Cardani Genitu-*

anni ingoiò, in compagnia di altri amici (1), dell'acido arsenioso: ed a cinquanta, secondo dice in un punto, od a cinquantanove, secondo afferma in un altro, (Cardano si contraddice persino nelle date della sua nascita!) bevve certo *venenum tabificum* o *terminatum*, dal quale tuttavia scampò, come era sfuggito alle conseguenze del primo, tranne un rilassamento nei denti, i quali finirono poi tutti per cadere, ed una perpetua palpitazione di cuore (2). Essendo nato ai 16 luglio 1445, la seconda volta che Fazio Cardano prese veleno dovette essere fra il 1494-96, stando ad una versione, oppure fra il 1503-05 (3) accogliendo l'altra; e nella prima di quest'epoche Leonardo era indubbiamente a Milano.

Quale il veleno ingoiato la seconda volta? Il figlio no' l dice, e quell'aggettivo: *tabificum* (4) è troppo vago perchè si possa con la

rarum XII, etc. (ivi). — Trovasi anche unita ad altri scritti astrologici: *De septem erraticis stellis* etc. col titolo di *Genitularum exempla* (Basilea, ex officina Henricpetrina, 1579). — Nella raccolta completa delle opere (*Hieronymi Cardani Mediolanensis Opera omnia in decem tomos digesta cura Car. Sponsii.* (Lione, Jo. Ant. Huguetan, 1663) è inserita nel quinto volume.

— *Idem*: *De exemplis centum genitularum* (in *Opera omnia*, vol. V).

(1) Curioso questo fatto di avvelenamento collettivo! Che si trattasse forse d'una società di *arsenicofagi*, o di seguaci di Mitridate?

(2) Ecco testualmente i due passi.

« Et quia Venus erat infelix cum Sole et Saturno, ideo anno 23 bibit auripigmentu album, vocant Arsenicum. Et anno 59 venenū tabificum, et evasit, amisit tamen, ut dixi, omnes dentes, quia ex priore veneno quo socij omnes periere, concussi sunt omnes dentes, et semper post modum fuere invalidi. Caeterum sanus, ut dixi, nisi quod erat subiectus perpetuo cordo palpitationi. (*Genitularum* XII: Genit. ottava: *Hieronymi Cardani Medici et expositoris hujus operis Genesis*, p. 63 dell'ediz. 1555; 632 dell'ediz. 1579, e 519 del vol. V, *Opera omnia*).

« Quintum est, quod bis bibit venenum, quod nescio an unquam cuiquam hoc contigerit. Hoc significat Saturnus infortunatur, cum Venere sub infortunata, quia sub radiis Solis iungitur in fortunae infortunatae, primum habuit annorum 23 secundum anno 50 et primum fuit Arsenicum, sublimatum, et secundum erat venenum terminatum. Et cum eo alij sumpserunt, qui perierunt, et ipsa evasit: remansit autem tremor cordis, qui duravit 56 annis et hoc videtur contra Galeni experimentum cum vixerit valde senex, sed non est. (*De exemplis centum genitularum*, Genitura quarta, p. 460 del vol. V, *Opera omnia*).

(3) Calcolo su tre anni, pel caso che si tratti del ventitreesimo e del cinquantesimo (o cinquantanovesimo) anno, anzichè di 23 e 50 (59) anni compiuti.

(4) Questo aggettivo fu adoperato con vario significato dagli antichi autori ed applicato al sole (Lucrezio: *ubi in campos albos descendere ningues Tabificis subigit radiis sol*, VI, 736) ed all'atmosfera (Seneca: *Tabifica coeli vitia; Oedip.* 79; Lucano: *Tabificus aër; Phars.*, V, 111); nel primo caso per liquefattivo, liquefacente; nel secondo per corrotto, mefitico, pestilente. Applicato ad animali lo troviamo in Lucano (*Ossaque dissolvens cum corpore tabificus seps;*

sua scorta identificare una sostanza specifica: ed ancor più vago è quell'altro epiteto: *terminatum* (1). Neppure nel suo speciale trattato *De venenis*, Gerolamo fornisce più precisi particolari in argomento; nè là dove parla del veleno *tabefaciente*, (2), nè dove accenna agli incomodi che si buscò il padre suo, in conseguenza dei veleni bevuti (3). Comunque, per varie ragioni, si può pensare ad un veleno vegetale; ed in questo caso, se si pon mente che Fazio fu un uomo assai strano, che amava atteggiarsi a Socrate — come egli stesso pubblicamente dichiarava, anch'egli credendo all'esistenza di un proprio demone consigliatore — può supporsi che abbia voluto imitare il grande filosofo ateniese pure nella scelta del veleno, in-

Phars., IX, 723). Col significato di velenoso, nocivo, ecc., appare in PLINIO (*Elephantis terram edisse tabificum est*, VIII, 10; *Urinam ex se reddunt tabificam*, parlando dei ricci spaventati, VIII, 56) ed applicato a veleno in TACITO (*Lentum et tabificum venenum*, VI, 65) ed in SVETONIO (*Venenum lentum atque tabificum; Tib.* 73). Fu parimenti usato in senso figurato (*Tabificae mentis perturbationes*, CICERONE, *Tus.* IV, 16; *Livor, tabificum malis venenum, Intactis vorat ossibus medullas. Anthol. lat.* n. 636).

In lingua italiana *tabificus* fu reso in diversi modi: tabido, tabescente, in marasmo, consunto, tisico; che produce tabe; che ha effetto sul midollo spinale o sull'intestino, ecc. Applicasi quindi, tanto al male od alla sostanza che il male produce, quanto all'ammalato. Il VALLISNERI usa « tabifico » per marcioso, corruttivo, infettivo. Il COCCHI parla di *veleno tabifico*, di *tabido contagio*, riferendosi all'etisia ed alla facilità con cui il tisico attacca agli altri la sua malattia. — Ora il veleno usato da Fazio Cardano poteva essere tale da produrre piaghe, o lenta consunzione, oppure da perturbare il cervello; ed il napello, sotto questi aspetti, può meritare la qualifica di *Tabifico*, perchè talvolta appunto l'aconitismo si presenta con forme deliranti, e talora anche con lesioni anatomiche, dalle emoraggie alle cancrene.

(1) Epiteto che si può tradurre in varî modi: finito, compiuto, determinato, stabilito, prescritto, circoscritto, ristretto, limitato, confinato, ed anche: assoluto, perfetto, pieno, ecc.

(2) Per veleno *tabefaciente* G. Cardano intende un veleno che consuma lentamente l'organismo umano con atrofia delle membra, violente diarree, ed altre alterazioni viscerali, comprese le cardiache. Taluni degli effetti di siffatto veleno — come le diarree, i vomiti, ecc. — rientrano appunto nel quadro dei sintomi dell'aconitismo.

(3) Ecco quanto dice, nell'ultimo capoverso del trattato sui veleni: « Proprium est autem veneni, relinquere morbum quendam peculiarem, ex tertio generare crassi morbi, quod sit a pituita putrefacta, seu illi abunde simili: quum vidi in pluribus qui a veneno convaluerant, ut maxime patre meo Facio iurisconsulto, qui quotidie de eo conquerebatur. Eructant acidum, flatu multo abundant, vago dolore, hinc, inde torquentur, ac saltatorio ut ita dicam, modo à pede, confestim in oculum, modo in ventrem, aut ex aure in manum. Mortuus est cum eo, non ex eo neque grave est symptoma, morbus autem diei non potest... » (*De Venenis*, lib. tertius, p. 355 del vol. VII *Operum*).

goiando la tradizionale cicuta. Ma può parimenti darsi che abbia usato il napello, in una dose non mortale: tuttavia tale da procurargli disturbi intestinali e di cuore ed una continua melanconia, che sono precisamente fra i sintomi caratteristici dell'aconitismo (1).

Data l'amicizia, o, quanto meno, la stretta conoscenza che doveva intercedere fra Leonardo e Fazio Cardano non è improbabile che quegli, allorchè ne ebbe notizia, si informasse del modo con cui l'amico effettuò il secondo tentativo di suicidio. E se il veleno prescelto fu proprio l'aconito, ragione di più perchè Leonardo si interessasse al vegetale che lo produceva, per quella impressione che desta un fatto straordinario, che colpisce persone amiche o assai note, e per la curiosità, nella fattispecie, che vi si accompagna...

E forse anche quando trovossi in Roma, e faceva continue ricerche ed esperienze sui vegetali, per estrarne colori, olii, od altro, avrà avuto notizia di qualche avvelenamento col napello, la cui potenza venefica doveva essere allora dai romani conosciuta. Tant'è vero che soli nove anni dopo la partenza di Leonardo da Roma, volendosi verificare l'efficacia di certo antidoto contro ogni sorta di veleni, che suggeriva il chirurgo bolognese frate Gregorio Caravita, il papa decretò che la prova si facesse contro il napello: il che dimostra che lo si riteneva de' più potenti e pericolosi. E mentre Leone X aveva proibito a Leonardo di continuare ne' suoi studî anatomici all'ospedale — in omaggio alla inviolabilità dei cadaveri umani — papa Clemente VII, cristianamente, anzichè sovra animali innocenti, volle che si sperimentasse sovra il vile nonchè vivente corpo di due ribaldi nostri simili, caduti nelle unghie della giustizia! A tale esperimento presenziò il botanico Pietro Andrea Mattioli, che ne diè più tardi contezza ne' suoi celebri *Commentari a Dioscoride* (2): nè la cosa deve troppo meravigliare, poichè siffatte

(1) In fatti Fazio era di temperamento così malinconico, che sovente ripeteva di desiderare vivamente la morte, e di sentirsi bene solo quando trovavasi immerso nel sonno più duro, che lo isolava dal mondo. Fu anche assai debole di ventricolo (*Fuit praeterea humidi cerebri..... et debilis ventriculi* Genit. XII). Nel libro *De Venenis*, Gerolamo accenna alla *palpitatio cordis* come una delle principali conseguenze del napello, e chiama questo il principe dei veleni subitanei.

(2) Eccone il racconto, che fa per dimostrare la immane forza venefica del napello. « Huius immanitatem vidimus nos Romae anno a Christo nato 1524 mensi novembri in Capitolio, Clementi VII Pont. max. anno primo. Nam cum decrevisset experiri olei cuiusdam praestantissimi vires, quod Gregorius Caravita Bononiensis Chirurgicus tunc praeceptor meus contra deleteria medicamenta, et venenosorum animalium quorumcunque morsus paraverat, iussit Pontifex venenum dari duobus latronibus, quos leges damnaverant, quo suorum

prove di veleni in *scelerato homine* furono comuni in quel secolo, e vennero eseguite anche dal Brasavola, dal Falloppio, dal Paré e da altri insigni.

Per ragioni, dunque, che diremo, con parole anacronistiche, di chimica docimastica e tossicologica, può darsi che Leonardo siasi interessato del napello della Valsássina; ma più fondatamente è a supporsi ch'egli se ne sia occupato per motivo botanico. Io amo vedere, anzitutto, in quell'accenno, come un inizio, un germe degli studî floristici, che, solo a cinquecento inoltrato, si cominciarono a fare nelle principali località del mondo civile. Nè penso che questa caratteristica indicazione sia l'unica che Leonardo abbia dato ne' suoi scritti: altre notizie relative a flore locali si riscontrano ne' suoi manoscritti pubblicati, e chissà quante stanno racchiuse nella porzione non indifferente degli inediti ed inesplorati che sono in Inghilterra!

Volendo ripescarle tutte, si potrebbe cavarne tanto da additare in lui anche un precursore di siffatta importantissima branca della scienza fitologica.

Invero i suoi contemporanei che occupavansi di botanica: Teodoro Gaza, Ermolao Barbaro, Pandolfo Colenuccio, Nicolò Leoniceno, ecc. (1), si erano completamente dedicati alle traduzioni ed alle revisioni degli antichi testi greci e latini, nè davansi troppo pensiero — se si eccettui il Barbaro che segna indicazioni floristiche — di ricercare e studiare da sè medesimi le piante, indipendentemente da quanto ne avevano detto o taciuto i vecchi scrittori. E questa manìa dell'antico

facinorum poenas luerent, laqueo vitam finire, ut in ijs olei huius experimentum fieret. Horum alterum, qui plurimum Napelli sumpserat dulciarijs panibus commistum, pontificii medici statim oleo inungendum praebent, qui post tertium diem saepius oleo perrunctus evasit incolumis: quanquam non sine magna formidabilium symptomatum accessione. Altero vero, cui longe minus venenati panis exhibuerant, oleo inungi vetant, ut assumpti veneni effectum, saevitiamque cernerent. Id quod illis rei exitus facile comprobavit: quandoquidem paucis post horis obijt infelix, ijs omnibus incommodis, cruciatibus et symptomatibus correptus, quae epoto Napello provenire scribit Avicenna ». *Commentarii in sex libros Pedacii Discoridis Anarzabei de Medica materia*, etc , (Venezia, ex officina Valgrisiana, 1565), p. 1096.

(1) Il Gaza tradusse in latino le opere botaniche di Teofrasto (*Theophrasti de historia et de causis plantarum*, traduzione stampata la prima volta a Treviso nel 1483 e ristampata più volte con altre opere di Teofrasto o di Aristotele e Plinio: Venezia 1504, 1513; Strasburgo 1528, Parigi 1529, Basilea 1534, 1541, Lione 1552, ecc.). — Ermolao Barbaro, purgandone i codici, commentò Plinio e Dioscoride (*Castigationes Plinianae* ecc. Roma 1492, ivi 1493, Cre-

era così spinta presso taluni dei botanici, o, per dire più esattamente, dei medici-botanici o semplicisti della seconda metà del quattrocento e del primo trentennio del cinquecento, che non si vedevano nè si ammettevano altre piante all'infuori di quelle descritte anticamente; e qualcuno arrivò all'esagerazione di non ammettere come utili alla medicina quei « semplici » de' quali non era parola in quei testi!

Contro questo cieco servilismo verso l'infallibile autorità degli antichi dettati, reagì più d'ogni altro Leonardo da Vinci: ma a liberare la botanica da una siffatta condizione di vassallaggio e d'inferiorità, che la cristallizzava in formole viete e spesso erronee, ed impediva la vera conoscenza delle piante, non fu posto mano che nel secondo quarto del cinquecento, per opera principalmente del ferrarese Antonio Musa Brasavola, subito seguito da altri dotti.

Il quale valente Brasavola non esitò a dichiarare l'insufficienza dei testi di Teofrasto, di Dioscoride e di Plinio, di fronte al numero infinitamente superiore delle piante quali si presentano in natura (« *Certum vero est centesimam partem herbarum in universo orbe constantium, non esse descriptam a Dioscoride, nec plantarum a Theophrasto, aut Plinio, sed in dies addiscimus et crescit ars medica* ») ed a riprendere, in nome del progresso scientifico che mai si posa, que' suoi colleghi medici che — per esempio — non volevano saperne del guaiaco d'America, solo perchè non l'avevano prescritto gli antichi (1).

mona 1495 [1485?] [*] Basilea 1534; *Corollarii in Dioscoridem* ecc. Roma 1492 [**] Venezia 1516, Colonia 1530, Strasburgo 1531 [in Brunfels]. Il Leoniceno commentò e confutò Plinio (*De Plinii et aliorum medicorum erroribus*, Ferrara 1492, 1494 e 1509, Basilea 1529, Strasburgo 1531 [in Brunfels] e Basilea 1532 [con altri opusooli dello stesso] ed il Colenuccio difese Plinio contro il Leoniceno (*Pliniana defensio adversus N. Leonicenum*, Ferrara 1493; *De interpretatione simplicium*, Strasburgo 1531 [in Brunfels]. — Di questi botanici e degli altri del tempo riparlerò nel capitolo: *Storia del Napello avanti e dopo Leonardo.*

(1) Cfr. l'opera del Brasavola. *Examen omnium simplicium medicamentorum, quorum usus est in publicis disciplinis et officinis* (Roma, *apud Antonium Bladum de Asula*, 1536, in fol., Lione, apud Vincentium, 1536, in 8; ivi, *sub*

[*] Edizione citata dal Mattaire (*Annal. Typogr.*), dal Seguier (Bib. bot.) dal Bianchi (*De' primi libri a stampa pubblicati in Cremona*, in: *Sulle tipografie ebraiche*, Cremona 1808) e dall'A. mati (*Ricerche storico-critiche scientifiche sulle origini, scoperte, invenzioni*, ecc. (Milano 1830, vol. V, pag. 388), ma negata dall'Audifreddi (*Spec. Hist. crit. ital.* Secul. XVI, pag. 222) e da altri, che dicono trattarsi di equivoco con quella di dieci anni dopo (1495).

[**] Il Seguier ritiene probabile che esista questa edizione romana: Pirotta e Chiovenda (*Flora romana*, fasc. I, pag. 34-35) ne sostengono l'impossibilità. — Ma testè il Dott. Chiovenda mi annunciava d'aver avuto una copia di quest'opera del Barbaro, con la quale può provare che l'edizione del 1516 è formata precisamente con fogli stampati fin dal 1492 o '93, e probabilmente rimasti giacenti per l'avvenuta morte del Barbaro stesso; tirati fuori nel 1516, furono uniti alle Annotazioni dell'Egnazio, edite in quell'anno a Venezia.

Nello stesso giro di tempo altri medici-botanici venivano propugnando il principio che convenisse meglio studiare le singole flore locali per trovarvi i « semplici » occorrenti per le varie malattie, anzichè farli venire da lontani paesi, come l'India e l'Egitto, o andarvi apposta a prenderli, per seguire appuntino le prescrizioni degli antichi scrittori. Questa tesi fu sostenuta con particolare foga da Sinforiano Champier (1), un contemporaneo di Leonardo, sebbene più giovane di vent'anni, e che, probabilmente, come dimostrerò altrove, strinse seco lui relazione. Il Champier, stabilendo l'assioma che « Dio e la natura hanno dato ad ogni regione ciò che è necessario alla vita di chi l'abita », eccitò, con argomenti teologici e pratici ad un tempo, i botanici allo studio delle flore locali.

L'ammonimento fu tosto raccolto da Giovanni Ruel, che nei tre libri della sua opera *De natura stirpium*, edita nel 1536 a Parigi (2), e dedicata al re Francesco I, cominciò ad illustrare la flora francese. Accenni alle specie della flora italiana trovansi già in alcuni erbolarii del medio evo, ed in taluni botanici, come il già citato Bar-

scuto Coloniensi apud Frellonios, exudebat Joh. Barbous) 1537; Venezia, *sub signo Putei*, 1539; Lione, *apud Pullonium de Tridino*, 1544; Venezia, *apud Valgrisium*, 1545. — Un commentatore del Brasavola fu Luigi Mundella, bresciano: *Epistolae medicinales. Ejusdem Annotationes in Antonii Musae Brasavolae Simplicium medicamentorum examen*; Basilea, *apud Michael Isingrin*, 1538). — Per la vita del Brasavola (1500-1555) cfr. Baruffaldi G.: *Commentario istorico-erudito all' iscrizione eretta nel Almo studio di Ferrara l'anno MDCCIV in memoria del famoso Antonio Musa Brasavoli già vivente nel secolo* XVI (Ferrara, 1704) con ritratto. — Castellani Al. *De vita A. M. Brasavola*, Comment (Mantova, 1767, con ritratto).

(1) *Le myrouel des Apothiquaires et pharmacopoles par lequel est demonstre comment Apothicaires communement errent en plusieurs simples medicines contre l'intention des Grecs, de Hypocras, Galien, Oribase, Paule Egynette, et autres Grecs. Et par la maulvaise et faulce intelligence des autheurs Arabes, lesqueux on falcifie la doctrine des Grecs par leur maulvaise et non entendue interpretation et intelligence faulce* (Lione, *par Pierre Mareschal*, senza data [1532]; ristampato recentemente a Parigi per cura del dott. P. Dorveaux nel 1894). — *Hortus Gallicus, pro Gallis in Gallia scriptus, verumtamen non minus Italis, Germanis et Hispanis, quam Gallis necessarius, in quo Gallos in Gallia omnium aegritudinum remedia reperire docet, nec medicaminibus egere peregrinis, quum deus et natura de necessariis unicuique regioni provideat.* (Lione, *in aedibus Melchioris et Gasparis Trechsel*, 1533). — *Campus Elysius Galliae amoenitate refertus: in quo sunt medicinae compositae, herbae et plantae virentes: in quo quicquid apud Indos, Arabes et Poenos reperitur apud Gallos reperiri posse demonstratur.* (Lione, ivi, 1533).

(2) *Ex officina Simonis Colinaei.* — Altre edizioni dell'opera del Ruel (latinamente *Ruellius*, 1474-1537) sono di Basilea, *in officina Froebeniana*, 1537. — Venezia, *per Bernardinum Bindonum*, 1538. — Basilea, *in off. Frob.*, 1543.

baro, dell'epoca del Rinascimento: poi, sopra tutte, nelle opere del Mattioli e dell'Anguillara, i quali erborizzarono lungamente, fin dal secondo quarto del secolo XVI, lungo la penisola italiana, sugli Appennini e sulle Alpi, affrontando fatiche e disagi non lievi (1). Ma il primo saggio prettamente floristico fu quello del benemerito far-

(1) Il MATTIOLI accennò alle sue reiterate escursioni botaniche nella lettera al cardinale Madruzzo, premessa fin dalla 1ª edizione del 1544 ai suoi Commenti a Dioscoride, là dove disse che « nell'amenissimo gloriosissimo et serenissimo seno [d'Italia], hora per ombrose valli, hora per opache spilonche, hora per fangosi paludi, hora intorno a chiarissimi fonti, hora per gli herbosi et fioriti prati, hora per fruttifere campagne, hora per le rive de i fiumi et degli amplissimi mari, hora nelle più chiare et principali città per privati giardini, ho con non poca fatica vagato ». Specialmente erborizzò sui monti della valle di Non (valle Anaunia) nel Trentino, i quali nella lettera stessa appellò « altissimi » e « di gloriose piante dalla natura dotati ». GIROLAMO DONZELLINI, alludendo a queste faticose peregrinazioni, così scriveva al Mattioli: « Dici vix potest quot labores, aestus, frigora, coeli tempestates, peregrinationes longinquas pertulisti: quot inaccessos montes ascendisti, quot valles, sylvas, nemora peragrasti, quot immanium ferarum truculentiae te, tuamque vitam exposuisti, scilicet ne idem tibi contingeret, quod Galenus in iis reprehendit, qui rerum atque herbarum, quas ne per sommium quidem viderunt, figuras deuribere aggredientur ». (MATTIOLI, *Epistolarum medicinalium*, lib IV [Praga 1561, Lione 1544, ed in *Opera omnia*]).

L'ANGUILLARA (meglio: *Luigi Squalermo* detto *Anguillara*, perchè oriundo di Anguillara Sabazia) viaggiò dal 1539 al 1560 non solo tutta l'Italia e le sue isole, ma fu anche in Dalmazia, nell'Illiria, in Turchia, in Candia, in Cipro ed in parte della Svizzera e della Francia; sicchè il suo libro — oggidì divenuto rarissimo — intitolato: *Semplici dell'eccellente M. Luigi Anguillara, li quali in più pareri a diversi nobili uomini scritti appaiono, et nuovamente da M. Giovanni Marinello mandati in luce* (Venezia appresso Vincenzo Valgrisi, 1561) può a buon dritto ritenersi uno dei primi fondamenti della flora italiana e della europea. L'ANGUILLARA fu anche sulle montagne del Comasco, e quindi forse in Valsàssina; quelle montagne ricorda, p e, a proposito dei rosmarini di Teofrasto (« si trovano nel monte chiamato Generoso sopra Como, et gli erbari del luogo il chiamano Livistico salvatico »), dell'Absintio Pontico (« lo Absintio che nasce nel Comascho è molto aromatico, et odorato più che in ogni altro luogo d'Italia »), del dauco cretico (« l' ho veduto in Monte Baldo e nel monte Generoso nel Comasco »), della radice idea (« quella che fa i frutti rossi trovai essendo in compagnia del mio carissimo amico signor Fabricio Candiano, nobile milanese, nel monte Generoso ») ecc. — Mi associo *toto corde* al voto espresso dagli ottimi colleghi SACCARDO e BALDACCI: « Sarebbe uno studio raccomandabile quello di estrarre dai *Semplici* dell'Anguillara un catalogo delle piante italiane quali si conoscevano allora, coi luoghi, coi nomi e colle date. Codesto riuscirebbe un importante contributo per un lavoro, che certo a suo tempo verrà fatto e che potrà intitolarsi: *Storia della prima invenzione delle piante italiane* » (in *Malpighia* anno XIV [1900], vol. XIV). — E chi porrà mano a questo lavoro si ricordi del *Mappello* vinciano!

macopola e naturalista veronese Francesco Calzolari, che in un'operetta, divenuta celebre, descrisse la non meno celebre florula del Monte Baldo (1).

Così il *Viaggio al monte Baldo*, che è stato il primo tentativo di flore locali, ed al quale tennero subito dietro numerosi lavori congeneri, si riallaccia, in certo qual modo, all'appunto vinciano sul *mappello*; e questo appare come l'embrione, per così dire, delle illustrazioni floristiche, che furono compiute assai più tardi, — dal Vandelli all'Artaria — sui monti e le convalli che formano la regione della Valsássina.

Infine io suppongo che Leonardo abbia preso quell'appunto relativo al napello, per una vera e propria ragione scientifica di botanica sistematica.

Oggidì chi non conosce il napello, dal portamento caratteristico, dalle foglie profondamente intagliate, dal grappolo compatto, rigido, dai fiori grandi a cappuccio, di uno splendido azzurro, talora venati di bianco, o bianchi addirittura? Per la sua bellezza il napello è anche coltivato nei giardini, e quindi maggiormente conosciuto. Allo stato selvatico poi non v'ha montanaro, pastore o boscaiuolo, che non lo sappia distinguere fra i tanti fiori svariati e vivaci che adornano le pendici alpine e spiccano fra il verde dei pascoli o fra i cespugli entro ai boschi.

Ai tempi di Leonardo, invece, questa specie di aconito non era bene identificata dagli stessi botanici più esperti conoscitori di piante, e però doveva importare assai a lui di poter dare l'annuncio di averla trovata, vera e abbontante, in Valsássina.

(1) Il Calzolari pubblicò primieramente il suo viaggio al monte Baldo, in italiano (*Il viaggio di monte Baldo della magnifica città di Verona nel quale si descrive con meraviglioso ordine il sito di detto monte et d'alcune altre parti ad esso contigue, et eziandio si narra d'alcune segnalate Piante et Herbe che ivi nascono et che nell'uso della medicina più di tutte l'altre conferiscono.* Venezia, Vincenzo Valgrisi, 1566); trovasi isolato, oppure unito alla *Fabrica degli speziali* di Prospero Borgarucci (ivi, 1566) essendo stato scritto come appendice a questa opera. Indi il Calzolari, per consiglio del Mattioli, lo voltò in latino (*Iter Baldi civitatis Veronae montis, in quo mirabili ordine describitur Montis ipsius atque aliarum quarundam ipsum contingentium partium situm*, ecc.), e venne aggiunto all'opera dello stesso Mattioli: *Compendium de Plantis omnibus*, ecc. (Venezia, Valgrisi, 1571), ripubblicata poi, ancora con l'*Iter*, ma col titolo: *De plantis epitome utilissima novis plane ad vivum expressis iconibus*, ecc., *aucta et locupletata a J. Camerario* (Francoforte 1586).

Apparve pure in calce al trattatello dell'Olivi: *De reconditis et praecipuis collectaneis ab honestissimo et solertissimo Fr. Calceolario veronensi in musaeo adservatis* (due ediz.; Venezia 1584, Verona 1593). — Una quinta edizione latina

Sia ch'egli arrivasse da sè a scoprire il tanto, a suoi dì, controverso napello: sia che altri gli insegnasse quale pianta realmente fosse (ed in questo caso può darsi spetti il merito a qualche intelligente valsassinese dell'epoca), certo è che l'annotazione fatta dimostra il suo interessamento per una questione di sistematica, allora assai difficile a risolversi.

Difatti i botanici di quell'epoca, tutti affannati, come ho detto, a studiare la scienza dei vegetali su le opere degli antichi, e non in aperta campagna su i vegetali stessi, non sapevano orientarsi nella ricerca di questa specie più o meno bene descritta nei testi antichi e medioevali, e facevano confusioni di ogni sorta, o magari rinunciavano all'impresa.

Basta dare un'occhiata agli scarsi libri dei *Semplici* che avevano corso quando Leonardo viveva — e rappresentanti tutta la botanica d'allora — per trovarvi, di rado, qualche imperfettissima notizia, e più spesso nessuna affatto, intorno all'aconito napello, del quale sapevasi solo essere un potentissimo veleno. E sulla scorta di quest'unica caratteristica, lo vediamo spesso fatto sinonimo di pianta velenosa: e quindi furono spacciate col suo nome altre ranunculacee, come l'*Actaea*, il *Ranunculus Thora*, ed alcuni *Anemone*, *Delphynium*, *Helleborus*, nonchè la composita-corimbifera *Doronicum pardalianches*, ecc.

Ma vale la pena di fare una particolareggiata storia del napello (e ciò sarà oggetto di altro capitolo di queste modeste contribuzioni), per maggiormente provare che Leonardo non se n'è occupato a caso, o per mera curiosità, bensì per rimediare ad una lacuna nella letteratura botanica del suo tempo, e che durò per lunghi anni dopo. E allora sarà anche a chiare note dimostrato che se Leonardo seppe identificare in natura l'aconito napello, non lieve merito fu il suo, dato che tanti e tanti botanici venuti dopo di lui, non seppero riconoscere in natura questa specie, o la confusero con altre, o non ne ebbero notizia.

Par quindi che il sommo artista-botanico, per quel senso profetico, divinatorio, ond'è provvisto il genio, prevedesse, con l'ap-

(non terza come vi è detto) va unita al libro del SEGUIER: *Plantae veronenses, seu stirpium, quae in agro Veronensi reperiuntur, methodica synopsis*, ecc. (Verona, tip. Seminarii, 1742). Questa quinta edizione fu tirata anche in esemplari a parte; ed infine comparvero due sunti in italiano dello stesso viaggio (*Traduzione della descrizione di monte Baldo fatta latinamente da Francesco Calceolario*, ecc. — Venezia, Lazzaroni 1740; ed in Prose e Poesie P. Bergant).

Il Calzolari raccolse anche un ricco museo naturalistico, della cui illustrazione mi sono occupato, e conto pubblicarla prossimamente; e fu in corrispondenza con l'Aldrovandi, scrivendogli parecchie lettere, che ho trascritto e pubblicherò con relativo commento.

punto preciso da lui segnato, tutte le dotte fatiche e le vivaci discussioni che sarebbero nate dalla ricerca del napello, e che quindi si affrettasse a notare sovra i suoi quaderni in quale località potevansi rinvenire e toccar con mano i veri esemplari della problematica pianta.

Sembra persino di vederlo partecipare alle discussioni, che si facevano a' suoi dì, e si prolungarono quasi tutto il cinquecento, per assidersi sereno e sorridente fra quei dottori disputanti e dir loro: « Ma perchè tante discussioni inutili? Chiudete una buona volta i vecchi libri, e Teofrasto, e Dioscoride, e Galeno, e Avicenna, e gli erbolarî tutti, che non insegneranno mai quanto la natura, letta nel suo libro reale e vivo, a tutti aperto! Venite con me sui monti della bella Valsássina: ivi vi farò cogliere, come ho colto io, in mezzo a quei boschi fitti ed a quei pascoli opimi, il tanto celebre e discusso napello ».

Non è esagerato il dire che se Leonardo avesse pubblicato il libro di botanica che aveva in mente, e pel quale prendeva continui appunti, la scienza dei vegetali avrebbe guadagnato un secolo e forse più. Certo è che tante questioni, che affaticarono lungamente i botanici venuti dopo quel sommo, sarebbero state da lui risolte, con grande vantaggio del progresso scientifico. Tra queste io pongo la questione del napello, piccola in apparenza, ma di grande importanza pur essa, come tutte le questioni scientifiche. In fatto di scienza ogni minima cosa può essere preziosa, anche quando non appaia: e più, che ad altro, si attaglia perfettamente al progresso scientifico il noto verso dantesco della « poca favilla ».

Contribuzione alla Flora dei monti del Cilento (Salernitano)

per il Dott. B. Longo

Sulla flora dei monti del Cilento non mi è stato possibile trovare, nella letteratura in proposito, alcun lavoro.

Credo perciò utile raccogliere in questa nota i principali risultati di due gite da me fatte, verso la fine dello scorso luglio, sui monti Cervati ed Alburno. Sono questi, infatti, i due monti più elevati fra quelli del Cilento, misurando il primo metri 1899, il secondo metri 1742 sul livello del mare. Su questi due monti, che hanno entrambi natura calcarea e manifesti fenomeni carsici, la flora è ricca e svariata; sui loro fianchi si presentano belle foreste di Faggi che si spingono sul monte Alburno fin quasi alla vetta, sulla quale primeggiano ricchi cespugli di *Rhamnus alpina* L.

I Faggi si arrestano, invece, sul monte Cervati parecchio al disotto della vetta sulla quale si trova una larga zona scoperta ove raccolsi non pochi rappresentanti della flora alpina, fra i quali ricordo: la *Carex ferruginea* Scop. β. *sempervirens* (Vill.), la *Saxifraga moschata* Wulf., la *Rosa Heckeliana* Tratt., l'*Astragalus campester* L., il *Carum carvifolium* Arc., la *Trinia glauca* Rchb. b. *carniolica* (Kern.), la *Primula Auricula* L. β. *Balbisii* (Lehm.), il *Cynoglossum magellense* Ten., l'*Anthemis mucronulata* Bert.

Nell'elenco, che segue, di tutte le piante raccolte, ho riunito soltanto quelle che mi risultano nuove o interessanti per la regione.

Taxus baccata L. — Piuttosto frequente tra' Faggi sul monte Alburno.

Abies alba Mill. — Sul monte Alburno, piuttosto raro.

Phleum Michelii All. β. *ambiguum* (Ten.). — Sul monte Alburno.

Gymnadenia conopsea R. Br. — Alla vetta del monte Cervati.

Silene quadrifida L. β. *monachorum* (Vis.). — Nelle rocce, tra Faggi, sul monte Cervati.

Ranunculus brutius Ten. — Tra gli ultimi Faggi presso il Santuario sotto la vetta del monte Cervati.

R. geraniifolius Pourr. β. *pollinensis* (Chiov.) (R. *montanus* W. b. *pollinensis* Terr. N.). — Alla vetta del monte Cervati.

Sedum atratum L. — Nelle fessure delle rocce, presso il Santuario, alla vetta del monte Cervati.

S. magellense Ten. — Nelle fessure delle rocce, tra' Faggi, e delle rupi della vetta, presso il Santuario, del monte Cervati.

Saxifraga tridactylites L. β. *adscendens* (L.). — Tra le rocce della vetta del monte Cervati.

Cotoneaster integerrima Medic. — Rupi della vetta del monte Alburno.

C. integerrima. Medic. β. *tomentosa* (Lindl.). — Rupi: al di sopra dei Faggi, sul monte Cervati.

Rosa Heckeliana Tratt. — Alla vetta, presso il Santuario, del monte Cervati.

Astragalus Tragacantha L. β. *sirinicus* (Ten.). — Sul monte Alburno.

A. campester L. — Alla vetta del monte Cervati.

Euphorbia Myrsinites L. — Sul monte Alburno e sul monte Cervati.

Rhamnus alpina L. — Vette del monte Alburno.

Carum carvifolium Arc. — Rupi, presso il Santuario, alla vetta del monte Cervati.

Heracleum Orsinii Guss. — In una profonda spaccatura di rupe presso il Santuario, alla vetta del monte Cervati.

Laserpitium Siler L. β. *siculum* (Spr.). — Rupi della vetta del monte Alburno e del monte Cervati.

L. latifolium L. b. *asperum* (Crantz.). — Tra i Faggi sul monte Alburno.

Pirola secunda L. — Tra i Faggi al monte Alburno.

Primula Auricula L. β. *Balbisii* (Lehm.). — Rupi della vetta, presso il Santuario, del monte Cervati.

Gentiana Lutea L. — Alla vetta del monte Cervati.

Cynoglossum magellense Ten. — Nei pascoli al disopra dei Faggi alla vetta del monte Cervati.

Lavandula Spica L. (excl. β.). — Pendici del monte Cervati.

Galium silvaticum L. — Tra i Faggi del monte Alburno.

Valeriana montana L. — Rupi del monte Alburno e del monte Cervati.

Hedraeanthus graminifolius DC. f. — Rupi del monte Alburno e del monte Cervati.

Oss. Il Beguinot indica questa specie anche pel Salernitano: « ... Appennino... salernitano al M. Coccovello (Fiori) ...» (1). Evidentemente si dovrà trattare di una svista, giacchè il monte Coccovello, ove fu raccolta dal Fiori (2), fa parte della Basilicata.

Adenostyles alpina B. et F. — Tra i Faggi al monte Alburno.

Anthemis mucronulata Bert. — Rocce dei dirupi, presso il Santuario, alla vetta del monte Cervati.

Centaurea montana L. β. *variegata* (Lam.). — Nei pascoli sul monte Alburno e sul monte Cervati.

Carduus affinis Guss. b. *pollinensis* Fior. Adr. (**C. affiinis** Guss. c. Terr. N.). — Sul monte Alburno.

Oss. I capolini laterali erano sessili e peduncolati analogamente come li avevo trovati negli esemplari raccolti sul monte Ciagola in Calabria (3).

Siena, marzo 1907.

(1) Beguinot A. — In Fiori A. e Paoletti G. *Flora analitica d'Italia*. Volume III, p. 190.

(2) Fiori A. — *Contribuzione alla Flora della Basilicata e Calabria*. Nuovo Giorn. Bot. ital. (N. S.) Vol. VII. (1900), p. 269.

(3) Longo B. — *Nuova contribuzione alla Flora calabrese*. Annali di Bot. Vol. II, fasc. 1° (1904), p. 182.

Riviste

Diels A. — ***Droseraceae:*** mit 286 Einzelbildern in 40 Figuren und Verbreitungskarte. — Engler's Pflanzenreich IV, 122. — Leipzig, Verlag von W. Engelmann 1906.

Questa monografia — come le precedenti — comprende due parti. La parte generale comincia con l'esame dei caratteri di questa interessante famiglia composta di sole erbe e largamente diffusa sulla superficie terrestre. Segue una diligente rassegna degli organi vegetativi, cominciando dalle piantine appena germogliate ed esaminando diffusamente le radici avventizie, il fusto, le foglie — le quali presentano interessanti modificazioni in rapporto con l'adattamento di queste piante alla vita carnivora — le appendici che in esse si riscontrano, specialmente i tentacoli che tanta importanza hanno per la cattura e la prensione dei piccoli insetti che formano la base dell'alimento complementare di questi vegetali. Quindi l'A. esamina il modo di accrescimento e di ramificazione dei vari tipi ed in particolar modo delle *Drosera*, la sensibilità ed il modo di reazione agli stimoli delle foglie, e specialmente delle appendici di esse, il che è molto importante per le funzioni di prensione e di cattura. Seguono poi delle osservazioni sulle principali particolarità anatomiche e sulla struttura ed organizzazione fiorale, che è di fondamentale importanza per la classificazione.

Si hanno resti fossili di Droseracee nel pleistocene del Canadà.

I rapporti di parentela di questa famiglia sono stati variamente discussi ed interpretati, tanto che i diversi autori l'hanno variamente spostata e trasportata nel sistema naturale: altri autori hanno considerato i gen. *Byblis, Roridula* e *Parnassia* come generi anomali delle Droseracee, mentre che oggidì si considera il gen. *Byblis* da alcuni come una Lentibulariacea od una Pittosporacea, il gen. *Roridula* si attribuisce alle Ochnacee, mentre che il gen. *Parnassia* dalla

maggioranza degli autori si ritiene che debba appartenere ad una speciale tribù delle Sassifragacee.

Nelle Droseracee si osservano molti caratteri di convergenza con le piante acquatiche, poichè le loro specie vivono in luoghi torbosi, umidi o palustri.

I generi di questa famiglia sono quattro, e sono basati sui caratteri tolti dall'androceo e dal gineceo:

Drosophyllum Link.
Dionaea Ellis.
Aldrovanda L.
Drosera L.

Di questi tre i primi sono monotipici e due non appartengono alla flora del nostro paese.

Il *Drosophyllum* (*D. lusitanicum* Link.) è limitato alla provincia mediterranea meridionale-occidentale e cioè: al Portogallo, alla parte meridionale della Spagna ed alla parte settentrionale del Marocco.

La *Dionaea* (*D. muscipula* Ellis.) si trova nella zona atlantica dell'America settentrionale e specialmente nella Carolina settentrionale e meridionale.

L'*Aldrovanda* (*A. vesciculosa* L.) è pianta dell'Europa centrale che si estende però attraverso l'Asia fino al Giappone ed in Australia. In Italia è rara: si trova qua e là sporadica nei laghi e nelle paludi del Piemonte, della Lombardia, del Veneto, si riscontra anche in Toscana, nel Lazio ed in Terra d'Otranto.

Il gen. *Drosera* comprende invece numerose specie (84) divise in tre sotto-generi e distribuite in XII sezioni.

Subg. I. — Rorella DC.

Sect. I. — *Psychophila* Planch. — 3 sp. antartiche.
» II. — *Bryastrum* Planch. — 1 sp. Australia austro-or. Nov. Zel.
» III. — *Lamprolepis* Planch. — 14 sp. Australia.
» IV. — *Thelocalyx* Planch. — 1 sp. Bras. or., 1 Asia austr-or.
» V. — *Coelophylla* Planch. — 1 sp. Australia.
» VI. — *Arachnopus* Planch. — 3 sp. diffuse in Austr., Asia, Afr. trop.
» VII. — *Rossolis* Planch. — 26 sp. variamente diffuse sulla sup. terrestre.
» VIII. — *Stelogyne* Diels. — 1 sp. Austr. austr.-occid

Sect. IX. — *Phycopsis* Planch. — 1 sp. Austr. austr.-orient. e Nov. Zel.

Subg. II. — PTYCNOSTIGMA Planch.

» X. — *Ptycnostigma* Planch. — 2 sp. Reg. del Capo.

Subg. III. — ERGALEIUM DC.

» XI. — *Polypeltes* Diels. — 18 sp. Australia: 1 si spinge nell'Asia orient.

» XII. — *Erythrorrhiza* Planch. emend. — 10 sp. Australia.

La sola sez. VII *Rossolis* (1) comprende specie nostrali, le quali sono le seguenti:

1ª *Drosera intermedia* Hayne.
2ª » *rotundifolia* L.
D. *rotundifolia* × *anglica* Lausch.
3ª » *anglica* Huds.

Esaminando la carta di distribuzione delle sp. del gen. *Drosera*, ci colpisce la mancanza assoluta di specie del genere in alcune regioni e la loro grande concentrazione in altri luoghi. Così mancano in tutta la parte meridionale della Pen. Iberica, nella Sardegna, in Sicilia, nell'It. peninsulare, nei Balcani, nell'Asia minore, in Arabia, in tutto l'immenso altipiano dell'Asia centrale, nella maggior parte della China, in tutta l'Africa settentrionale ed in buona parte della orientale, in tutta la zona delle Cordigliere, nella Rep. Argentina ed in una piccola porzione occidentale dell'Australia, nel resto della quale regione riscontriamo una delle maggiori concentrazioni di specie di questo genere. La sez. *Rossolis* — che è quella che comprende le specie nostrali — è la più largamente diffusa ed è esclusiva dell'Europa, dell'Asia settentrionale e di tutta l'America sett., nelle quali regioni non si riscontrano rappresentanti di altre sezioni. Come appendice si trova un elenco di tutte le essiccata di *Drosera* pubblicate.

F. CORTESI.

(1) L'A. per tal fatto crede che nel rosoglio (*sic*) degli italiani entrino le Drosere in grande quantità, senza sapere che rosolio è un nome generico per tutti i liquori zuccherini e densi.

Camillo Karl Schneider. — **Illustriertes Handwörterbuch der Botanik.** — Un vol. in-8° gr. di pag. VIII-690, con 341 figure. — Prezzo L. 20. — Leipzig, Wilhelm Engelmann 1905.

Non è necessario di rilevare l'importanza, anzi diciamo meglio, la utilità di un Dizionario; tutti gli studiosi di qualsiasi scienza sanno per propria esperienza il vantaggio che da esso possono avere e la necessità di ricorrervi; ora se questo bisogno è sentito dagli studiosi, ancora maggiormente lo proveranno gli allievi delle Università e le persone che, senza essere specialiste, pure si occupano di studi scientifici. Non vi è disciplina oggidì che non abbia un Dizionario proprio, ed anche nella botanica non mancano; ma, allo stato attuale di questa scienza, che negli ultimi decenni ha fatto progressi notevolissimi, i Dizionari esistenti sono invecchiati, e non contengono molti dei vocaboli che pure sono di un uso comune. D'altra parte la botanica nell'ultimo quarto del secolo decimonono si è suddivisa in varie discipline, che sono andate sviluppandosi ciascuna in una direzione propria e costituendosi in rami distinti, e diremo così in altrettante scienze speciali. Ne è venuto di conseguenza la creazione di un linguaggio proprio per ciascuna di esse; molti vocaboli che prima avevano senso piuttosto generico o vago, hanno acquistato un significato particolare, talvolta ben diverso da quello che loro si attribuiva prima, sempre più preciso circoscrivendosi dentro limiti più ristretti. Altri sono stati coniati a nuovo, e invano si cercherebbero nei Dizionari antichi: la loro etimologia non è sempre corretta, ma il significato è ormai accettato da tutti, e così hanno acquistato diritto di nazionalità nella scienza.

Riconosciuta adunque la necessità di un nuovo Dizionario di botanica, siamo lieti di poter annunciare la pubblicazione di quello del D. Schneider, poichè esso corrisponde al bisogno che si ha di esso. Il libro è fatto veramente con intendimento classico, le definizioni che accompagnano i vocaboli sono prese dagli autori stessi che li hanno creati, o che vi hanno assegnato quel significato particolare che poi hanno mantenuto, o che nei loro libri li hanno definiti con maggiore chiarezza, e per garanzia Schneider cita le fonti a cui ha ricorso, e il nome dell'A. che ha introdotto la nuova voce.

Una difficoltà grave e che si presenta in tutti i Dizionari speciali, era quella di fissare i limiti della botanica colle scienze affini; ciò era necessario non solamente per non impinguare il Dizionario con termini che si possono trovare facilmente altrove e che non hanno relazione colla botanica, ma anche per conservare al libro un carattere proprio speciale. L'A. ha superato felicemente tale difficoltà, ha eliminate tutte le voci di genere descrittivo che si trovano

anche nei vocabolari comuni: ha pure omesso i termini della biochimica, della microtecnica nel suo significato più ristretto, quelli esclusivi alla fisica e alla geologia, e simili; pure accogliendo altri che sebbene di significato generale, interessano in modo diretto la botanica, come *catalisi, turgore, fermentazione* ed altri. Egli ha trascurato le voci morte che non hanno più valore, e che avrebbero ingrossato il volume non solo senza vantaggio, ma sarebbero riuscite d'imbarazzo nell'uso del medesimo.

L'A. poi si è valso del sussidio di altri scienziati, micologi, briologi, anatomici, sistematici, fitogeografi, ecologi, ecc., i quali hanno riveduto le definizioni che si riferiscono alle rispettive discipline di loro specialità, e per maggiore garanzia le hanno firmate con le proprie iniziali.

I termini sono dati colle loro etimologie; per guadagnare spazio quando si seguono diverse voci composte, nelle quali solo una parte di esse varia, l'etimologia si limita alla parte cambiata; del resto queste ed altre indicazioni sono spiegate in una breve premessa che il lettore trova al principio del Dizionario.

Le definizioni sono abbastanza estese, direi quasi eccessive, ma vista la novità del significato di certe voci, diventa necessario di ben spiegare il loro valore scientifico, perchè una semplice definizione arida, bene spesso lascia il lettore perplesso e all'oscuro quanto prima, mentre la vera importanza di un Dizionario si misura dal modo come risponde a ciò che gli si domanda; non dovrebbe mai lasciare insoddisfatto colui che vi ricorre.

Numerose figure illustrano il testo e permettono di facilmente comprendere le definizioni brevi, quando senza la rappresentazione grafica, riuscirebbero troppo lunghe.

Sebbene il Dizionario sia tedesco, pure è utilissimo anche per noi italiani, poichè la maggior parte dei termini registrati hanno una impronta che trova perfetta corrispondenza nella nostra lingua; e per avvalorare il mio dire cito a caso alcune voci: *Endotrophie, Endospore, Enneandria, Epiplasma, Formation, individuelle Variabilität, Parenchym, Praefloratio, Tropismus*, ecc.

L'A. nella sua prefazione prega di segnalargli i desiderî di miglioramenti per introdurli in una nuova edizione; a noi sembrerebbe utile l'aggiunzione delle designazioni grammaticali; forse ciò può sembrare inutile pei tedeschi, ma siccome il Dizionario è utilissimo per i botanici di tutto il mondo, così la designazione grammaticale diventa una necessità. Con questo desiderio chiudiamo il nostro cenno raccomandando il Dizionario ai botanici italiani.

Teramo, 18 novembre 1906.

GAETANO CRUGNOLA.

STRASBURGER E. — **Über die Verdickungsweise der Stämme von Palmen und Schraubenbäumen.** — Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. XLIII, December 1906.

Fino a pochi anni or sono, d'accordo con l'Eichler, si ammetteva che il caule delle Palme aumentasse il suo spessore per il considerevole ingrandirsi degli elementi del parenchima fondamentale e delle fibre della guaina meccanica del fascio. Escludevasi dunque l'esistenza di formazioni secondarie.

Nel 1896 però il Borzì dalle ricerche condotte su diverse specie di Palme, rilevava che le formazioni secondarie esistono e che sono paragonabili a quelle di Yucca, Aloë e piante affini.

Nel 1901 il Barsickow, studiando l'accrescimento di un discreto numero di Palme viventi nei Tropici, confermava le idee dell'Eichler.

Nel 1903 lo Zodda riprendeva la questione e nel caule di *Livistona chinensis* ed *australis* ritrovava le formazioni secondarie osservate dal Borzì.

Lo Strasburger, col vivo desiderio di formulare in proposito un proprio giudizio, riesce a procurarsi dal Winter di Bordighera un esemplare di 20 anni di *Washingtonia filifera*, una delle specie in cui dal Borzì erano stati riscontrati maggiormente evidenti i tessuti secondari.

Egli inizia le sue osservazioni con lo studio della regione apicale, che alla distanza appena di 5,4 cm. dall'apice misura per il cilindro centrale un diametro di 19 cm. e per il cilindro corticale uno spessore di 1,75 cm.! Da questa semplice constatazione può rilevarsi quanta parte spetti alla regione apicale nella formazione del grosso caule di *W. filifera*. L'apice vegetativo, molto piccolo, giace in fondo ad una cavità, come di regola per un grande numero di Monocotiledoni e mostra evidentemente i tre istogeni, dei quali il periblema ed il pleroma, all'altezza delle prime bozze fogliari, dividono dapprima per mezzo di pericline, poscia di anticline, le loro cellule e i tessuti che ne derivano sono così abbondanti, che presto l'enorme massa di essi sollevasi attorno all'apice stesso, generando la caratteristica cavità ad imbuto. L'attiva segmentazione diminuisce notevolmente nel centro del caule già alla distanza di 1 millimetro dall'apice: a mano a mano che la distanza aumenta, la zona di diminuita attività dal centro si propaga verso la periferia, di modo che in definitiva la segmentazione rimane limitata ad un anello periferico, il cosidetto *anello d'ispessimento* o *cilindro cambiale* dei vecchi autori. Esso dura in attività finchè non venga raggiunto il massimo

diametro della regione apicale: le formazioni però a cui dà luogo sono da riguardarsi come primarie.

Con l'accrescimento della regione apicale si collega lo sviluppo dei fasci e la distribuzione di essi nel caule. A tale argomento però lo Strasburger accenna appena, ripetendosi nella *Washingtonia* quanto egli ha osservato e descritto con maggiori particolari per la *Cocos flexuosa* (Leitungsbähnen, p. 382).

Per spiegare l'ulteriore accrescimento del caule l'autore compara le sezioni operate su frammenti di 4 dischi tolti a differenti altezze; le conclusioni alle quali egli giunge sono quelle dell' Eichler più sopra accennate. Nonpertanto trova che il periciclo segmenta le sue cellule e genera verso l'interno dei nuovi piccoli fasci vascolari e dei fasci puramente fibrosi e verso l'esterno, benchè scarsissimi, nuovi tessuti della corteccia. I fasci vascolari nuovi formati sono molto semplici, risultando per lo più di sola porzione vascolare, cinta da fibre sclerenchimatiche, raramente di porzione vascolare e cribrosa; scorrono spesso obliquamente, talora perfino orizzontalmente nel piano di sezione e fondonsi coi fasci periferici del cilindro centrale. La loro origine procede da una o più cellule meristematiche, allo stesso modo come nelle Monocotiledoni ad evidente struttura secondaria. L' attività del periciclo però non si estende a tutta la periferia del cilindro centrale, ma è limitata soltanto ad alcuni punti, per cui risultano tanti focolai di nuove formazioni, i quali non sono duraturi, ma più o meno presto si esauriscono e tutti i tessuti di cui sono costituiti passano definitivamente allo stato adulto. I piccoli fasci nuovi formati non costituiscono un nuovo sistema di trasporto dell'acqua, bensì hanno per ufficio di ristabilire le comunicazioni interrotte fra i fasci primari periferici in seguito alla trazione a cui sono stati sottoposti per l'ingrandirsi delle cellule del parenchima fondamentale. Il periciclo dunque ridiventa attivo solo in quei punti in cui rendesi necessaria la presenza dei piccoli fasci, che lo Strasburger perciò chiama *Ergänzungsbündel*, *Ergänzungsbähnen*, *Gefässbündelkommissuren*.

Il meristema generatore di questi fasci è senza dubbio di origine secondaria, perchè proviene da un tessuto definitivo primario, il periciclo, il quale riacquista la capacità di dividersi. Devesi per conseguenza, si domanda l'autore, attribuire alle Palme un accrescimento secondario? Attenendosi alla regola, sì; però alle richieste di un accrescimento secondario, le nuove formazioni non rispondono esattamente, inquantochè non contribuiscono per nulla ad aumentare lo spessore del caule; offrono non pertanto un nuovo esempio di graduale passaggio fra le forme con sola struttura primaria e quelle con evidente struttura secondaria.

L'autore accenna ancora ad un'altra questione, per la prima volta messa in campo dal Jost nella critica al lavoro del Barsickow, cioè se l'aumento in spessore del caule delle Palme è continuo, oppure cessa dopo aver raggiunto un massimo variabile per ciascuna specie. Osservazioni dirette in proposito egli non ne ha fatte: ma in base a quanto gli è stato riferito da parecchi allevatori di Palme, sembra propenso ad ammettere che un limite esista realmente.

Per quanto riguarda il caule delle *Pandanacee* nessuno finora, ad eccezione del Warburg, ha ammesso una struttura secondaria. Anche allo Strasburger l'esame microscopico ha dato dapprima esito negativo. Solo dopo ripetuti saggi operati a diverse altezze, in uno dei due vecchi cauli di *Pandanus utilis* da lui sezionati, è riuscito a trovare delle nuove formazioni che corrispondono esattamente a quelle riscontrate nello stipite di *Washingtonia filifera*. Anche nei Pandanus infatti esse sono il prodotto dell'attività del periciclo che riacquista la capacità di dividersi solo in alcuni punti della sua superficie, appunto dove si presenta il bisogno di fasci complementari (*Ergänzungsbündel*). Senonchè, mentre nella *Washingtonia* i nuovi fasci sono quasi sempre destituiti di porzione cribrosa, nei *Pandanus* ne sono sempre forniti. La porzione vascolare talora riducesi a possedere un solo vaso. Il periciclo, come nella *Washingtonia*, nei punti di maggiore attività produce anche dal lato della corteccia nuovi tessuti, fra cui fasci di fibre sclerenchimatiche. Ben presto però tutte le cellule meristematiche passano allo stato adulto ed i focolai si estinguono. I nuovi fasci sono ordinati in serie spirali e si collegano, penetrando più o meno profondamente dal basso all'alto nel cilindro centrale, coi fasci della struttura primaria. Le formazioni secondarie, limitate, come abbiamo detto, soltanto ad alcuni punti del periciclo, costituiscono delle specie di rilievi calottiformi alla superficie del cilindro centrale, i quali, premendo sui tessuti della sovrastante corteccia, riescono a rendersi manifesti anche all'esterno del caule a guisa di bozze.

In un lavoro che è comparso nel novembre scorso (1), anch'io mi sono occupato dell'accrescimento del caule delle *Pandanacee* ed in verità, quantunque abbia osservato numerosissime sezioni, mai ho rinvenuto formazioni secondarie. Può ben darsi che il risultato negativo da me ottenuto sia in relazione con la giovine età ed il non notevole spessore dei cauli presi in esame, oppure col fatto che le specie da me esaminate sieno destituite della capacità di produrre

(1) Carano E. — *Ricerche sulla Morfologia delle* ***Pandanacee***. — Annali di Botanica, vol. V. fasc. 1°.

fasci secondari. Nonpertanto l'insieme delle particolarità che caratterizzano le nuove formazioni riscontrate dallo Strasburger, mi richiamano alla mente quanto io ho osservato pei primordii delle grosse radici aeree sul caule. Anche queste infatti allo stato giovanissimo, in cui possono rimanere per molti anni (possono anche non svilupparsi ulteriormente), accusano la loro esistenza alla superficie del caule, manifestandosi a guisa di bozze, coperte dalla corteccia del caule stesso; come le nuove formazioni, trovansi sparse qua e là su tutta la superficie del caule. I fasci che collegano il sistema conduttore delle radici con quello del caule, allo stesso modo che i nuovi fasci dello Strasburger, penetrano profondamente nel cilindro centrale dal basso all'alto per saldarsi, come «*i denti sul pettine*», ai fasci primari. Data dunque la grande simiglianza che corre fra le nuove formazioni dello Strasburger e i giovani fasci che collegano i primordii delle radici col caule, io credo che si tratti della stessa cosa. Ammesso pure che sieno invece due cose distinte, lo Strasburger non attribuisce, ed a ragione, grande importanza ai nuovi fasci per l'aumento dello spessore del caule, dovuto invece in maggior parte all'ingrandirsi degli elementi del parenchima fondamentale ed alle fibre della guaina meccanica dei fasci vascolari, come nello stipite di *Washingtonia filifera*.

L'autore occupasi anche nel caule delle Pandanacee dello studio della regione apicale, del percorso dei fasci ed anche della particolare disposizione delle foglie.

E. Carano.

Kränzlin H. — **Uber das Dickenwachstum der Palme « Euterpe oleracea ».** — Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft; Bd. XXIV, Heft 9, 1906.

La memoria della Kränzlin è un nuovo contributo alla soluzione dell'importante quesito dell'accrescimento del caule delle Palme. Le osservazioni sono state condotte su materiale raccolto dal prof. Möller a S. Caterina nel Brasile. Il notevole spessore che raggiungono le parti adulte in confronto della regione apicale nel caule di *Euterpe oleracea* farebbe a tutta prima pensare ad un probabile accrescimento in spessore per opera di un meristema secondario. Tale supposizione viene confermata guardando macroscopimente la superficie di sezione di uno dei tagli trasversali operati nello stipite; vi si scorge infatti un limite nettamente marcato fra cilindro corticale e centrale. Al microscopio però si rileva che non esiste nessun meristema e che

l'accrescimento del caule si effettua, come di regola per le altre Palme, mediante l'ingrandimento degli elementi già esistenti. Senonchè la Kränzlin ha osservato un fatto sfuggito agli autori che prima di lei si sono occupati dell'anatomia dell'*Euterpe oleracea* e cioè che gli elementi della robusta guaina meccanica dei fasci vascolari mantengonsi per parecchio tempo allo stato embrionale, segmentandosi più volte, finchè la guaina non abbia raggiunto ad un dipresso lo spessore di 30 cellule. Il passaggio dallo stato embrionale allo stato definitivo di questi elementi si effettua dall'interno verso il margine del fascio di modo che gli ultimi a perdere la capacità di moltiplicarsi sono i più periferici. Le fibre, differenziandosi, allargano considerevolmente il loro lume nella direzione del raggio di sezione, poscia lignificano la parete. Terminata la differenziazione e costituitasi la guaina, il fascio ha raggiunto il suo stadio adulto e non è quindi più capace di accrescersi ulteriormente. Con tale stadio coincide, secondo la Kränzlin, anche il termine dell'accrescimento in spessore del caule di Euterpe. I fasci dunque contribuiscono non indifferentemente ad aumentare il volume del caule, sebbene però in minor grado del parenchima fondamentale.

E. Carano.

Wieland G. R. — **American fossil Cycads.** — Carnegie Institution of Washington, August 1906.

Il poderoso lavoro iniziato dal Wieland fin dal 1898, mentre riguarda più da vicino le Cicadacee fossili (Cycadoideae) dell'America, si può ben considerare come il riassunto di quanto oggi si sa su questo interessantissimo gruppo di piante.

Nell'introduzione l'autore dà anzitutto minuti particolari sui terreni non solo d'America, ma anche d'Europa e dell'India, in cui sono stati riscontrati gli avanzi di Cicadacee fossili, nonchè un elenco dei musei nei quali detti avanzi vengono oggidì conservati. Compaiono così anche gli esemplari italiani posseduti in maggior numero dal Museo geologico di Bologna. Quindi accenna alle condizioni sotto il cui dominio si è effettuata la fossilizzazione ed alla forma che, in dipendenza di tali condizioni, hanno assunta i tronchi fossilizzati. L'introduzione termina con un capitolo dedicato alla descrizione dei pazientissimi metodi adottati dall'autore per ottenere delle sezioni microscopiche.

Nella parte speciale vengono molto particolareggiatamente trattati gli organi vegetativi (caule e foglie) nella loro morfologia esterna

ed interna, poscia gli organi della riproduzione. Ampie descrizioni sono dedicate alla complicata struttura dei coni carpelliferi ed a quella dei coni con le due sorta di sporofilli riuniti insieme, quali riscontransi nelle specie monoiche.

Negli ultimi due capitoli, che costituiscono senza dubbio la parte più interessante del lavoro, il Wieland accenna alle affinità di parentela delle *Cycadoideae* con le Cicadacee tuttora viventi, poi con i loro progenitori del gruppo delle Pteridofite.

L'esposizione dell'intero lavoro, pubblicato in un'elegante edizione dalla *Carnegie Institution of Washington*, è chiara ed a renderla più comprensibile concorrono, oltre le numerose illustrazioni intercalate nel testo, 50 splendide tavole!

E. Carano.

3 5185 00257 704